

ČASOPIS PRO ELEKTRONIKU
ROČNÍK XLI/1992 ● ● ČÍSLO 3

V TOMTO SEŠITĚ

Apple Computer se představuje 81

ELEKTRONICKÁ KUCHAŘKA II

Startovací zařízení	83
Detektor vibrací	83
Digitální luxmetr	84
Indikátor průchodu dveřmi s rozlišením směru	85
Zabezpečovací zařízení	86
Elektronická zbraň	89
Teploměr s čidlem Pt 100	90
Měřič kapacity	91
Miliohmmetr	93
Univerzální barometr	94
Elektronický barometr	95
Zábleskový expozimetr	96
Optický detektor kouře	97
Miniaturní vysílač FM	97
Zobrazovač charakteristik tranzistorů	98
Dotykový spínač světla	99
Soumrakové spínače	101
Levný výkonný poplachový obvod	101
Signalizace podpětí	102
Digitální měřič paliva	103
Automatický systém zalévání	105
Digitální indikátor radioaktivního záření	107
Měnič vysokého napětí	109
Řídicí a vyhodnocovací obvod	110

JEDNOČIPOVÉ MIKROPOČÍTAČE

(Dokončení z č. 2) 111

Inzerce 120

AMATÉRSKÉ RADIO ŘADA B

Vydavatel: Vydavatelství MAGNET-PRESS, s. p., 135 66 Praha 1, Vladislavova 26, tel. 26 06 51.
Redakce: 113 66 Praha 1, Jungmannova 24, tel. 26 06 51. Šéfredaktor L. Kalousek, OK1FAC, linka 354, sekretariát linka 355.
Tiskne: Naše vojsko, tiskárna, závod 08, 160 05 Praha 6, Vlastina ulice č. 889/23.
Rozšiřuje: Poštovní novinová služba a vydavatelství MAGNET-PRESS s. p., Objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a předplatitelská střediska a administrace vydavatelství MAGNET-PRESS s. p., 113 66 Praha 1, Vladislavova 26, tel. 26 06 51-9. Pololetní předplatné 29,40 Kčs. Objednávky do zahraničí vyřizuje ARTIA, a. s., Ve smečkách 30, 111 27 Praha 1.
Inzerce přijímá osobně i poštou vydavatelství MAGNET-PRESS, inzerční oddělení, Jungmannova 24, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51-9, linka 342.
Za původnost a správnost příspěvků odpovídá autor.
Nevyžádané rukopisy nevracíme.
ISSN 0139-7087, číslo indexu 46 044.
Toto číslo má vyjít podle plánu 22. 5. 1992.
© Vydavatelství MAGNET-PRESS 1992

Apple Computer SE PŘEDSTAVUJE

Firma Apple Comp., Inc., v celém světě i u nás dobře známý výrobce zařízení pro výpočetní techniku, patří mezi poměrně mladé společnosti. Přesto patří k nejznámějším firmám a ve výrobě osobních počítačů zaujímá druhé místo za kolosem IBM.

Šedesátá léta byla zajímavým průkopnickým obdobím v oboru počítačů. Na jedné straně vznikaly tehdy „velké“ počítače, které však byly ve srovnání s dnešními velké spíše svými rozměry, hmotností a příkonem, a v neposlední řadě i cenou; ne však svými možnostmi využití.

Začala však i výroba elektronických stolních kalkulátorů, na konci dekády již s integrovanými obvody. Ale ještě v roce 1968 byl např. stolní kalkulátor HP 9100A, který tehdy představoval světovou špičku, konstruován pouze s diskrétními polovodičovými součástkami, i když se již tehdy začínaly integrované obvody uplatňovat.

Přelom přinesl mikroprocesor jako prvek, využitelný pro konstrukci osobního počítače.

Je pozoruhodné, že to nebyly velké podniky či společnosti, ale jednotlivci z řad nadšenců pro počítače, sdružující se už tenkrát v zájmových klubech, kteří se zasloužili o rychlý vývoj těchto, dnes již zcela běžných a všestranně užitečných elektronických zařízení. A tím se dostáváme ke kořenům vzniku firmy Apple Computer.

Jedním z mladých mužů, zapálených pro počítače, byl Stephen G. Wozniak, student, který odešel ještě před skončením studií na Kalifornské univerzitě k firmě Hewlett-Packard, výrobci kalkulátorů a minipočítačů. Byl pravidelným účastníkem akcí klubu Homebrew Computer Club v kalifornském Menlo Parku (v oblasti známého Křemíkového údolí), kde se také poprvé doslechl o osobních počítačích. V roce 1976 vytvořil ve svých 26 letech programovací jazyk Basic pro nový mikroprocesor (6502), vyráběný technologií MOS, a navrhl k němu i počítač, který pomáhal postavit také svým přátelům z klubu.

V témže roce se Wozniak seznámil s dalším nadšencem pro osobní počítače, jednadvacetiletým Stevenem P. Jobsem,

s nímž společně uskutečnil několik projektů (mj. videohru Breakout pro firmu Atari), a který byl od začátku přesvědčen o výjimečnosti Wozniakova počítače. Ten upoutal pozornost i dalších zájemců, jež vyústila v objednávku na zhotovení padesáti kusů. Na tuto dobu vzpomíná Wozniak slovy: „Celý život jsem toužil mít počítač. Pak jsem náhle zjistil, že díky přijatelné ceně mikroprocesoru si ho mohu sám postavit. Steve (Jobs) šel však ještě o kousek dál. Uvědomil si, že počítač by se mohl vyrábět a prodávat dalším zájemcům o jeho využití.“

Aby získali prostředky k podnikání, Jobs prodal svého Volkswagena a Wozniak programovatelný kalkulátor. Díky objednávce na počítače (byly pojmenovány Apple I) získali úvěr na potřebné vybavení a celá výroba začala v garáži Jobsových rodičů ve městě Cupertino v Kalifornii.

Apple I byl jako většina tehdejších osobních počítačů konstruován pro zájemce, kteří měli dostatek odborných znalostí pro jeho

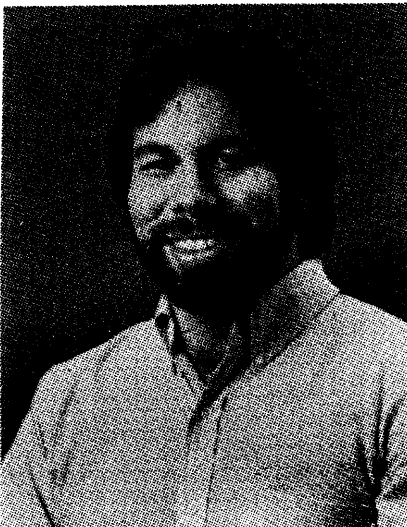


Steven P. Jobs (vlevo) a Stephen G. Wozniak s deskou počítače Apple I; snímek byl pořízen při příležitosti 10. výročí vzniku firmy.

využívání. Podle představ Stevena Jobse však měly počítače Apple proniknout k mnohem širšímu okruhu zákazníků. Spojil se proto s několika úspěšnými osobnostmi z oboru marketingu výpočetní techniky. Byl mezi nimi i A. C. „Mike“ Markkula, který ve třiatřiceti letech přerušil svou nadějnou kariéru u firmy Intel.

Stephen Wozniak začal vyvíjet nový typ počítače, který byl označen jako Apple II a spojoval přednosti programovacího jazyku Basic s možností pracovat s barevnou grafikou. Byl představen veřejnosti na prvním veletrhu počítačů, pořádaném na západním pobřeží Spojených států.

Mike Markkula přispěl jak finanční investicí, tak svými organizačními schopnostmi a obchodními zkušenostmi ke vzniku nové firmy s názvem Apple, která již během prvního roku zaznamenala rychlý vzestup. Provoz se přestěhoval z garáže do nově najatých prostor v Cupertino. Byla vytvořena síť prodejců, vzniklo firemní logo – sedmibarevné jablíčko s názvem firmy, a rozvinuta reklamní kampaň. Svůj první fiskální rok zakončila firma s obrátem 774 tisíc dolarů a čistým ziskem 42 tisíc. V nastávajícím rozmachu výroby osobních počítačů dosáhla značných úspěchů tím, že podporovala



Stephen G. Wozniak, konstruktér prvního počítače Apple a jeden ze zakladatelů firmy Apple Computer

vývoj takových technických prostředků, které výrazně urychlily vývoj programového vybavení (např. diskový operační systém) a které byly poprvé aplikovány u počítače Apple II. Do konce září 1988 bylo těchto počítačů prodáno 180 tisíc kusů.

Řada zlepšení dala vznik novým typům: Apple II Plus (1979), Apple IIe (1983), Apple IIc (1984), které upevnilly postavení firmy na trhu.

Velký význam pro rozvoj společnosti měla její obchodní strategie. Orientace na využití počítačů ve školství (roku 1979 bylo rozhodnuto investovat stovky tisíc dolarů na vývoj programového vybavení pro toto odvětví) s velkorysou propagační kampaní (v rámci projektu, nazvaného „Děti nemohou čekat“, vybavila firma na svůj náklad asi deset tisíc škol v Kalifornii systémem osobních počítačů včetně výukových programů) přinesla své ovoce: dnes se používají počítače Apple asi v 60 % základních a středních škol v USA.

Před zásilkovým prodejem byla dána přednost husté síti prodejců odborně vyškolených ve střediscích, speciálně zřízených k tomuto účelu. Na konci roku 1982 byly po celém světě asi tři tisíce autorizovaných „dealerů“.

Rozvoj se samozřejmě nevyhnul ani některým úskalím. Potíže přineslo předčasné uvedení na trh typu Apple III v roce 1980. U tohoto typu se projevil určitý nedostatek a vzdor jejich rychlému odstranění se však již na trhu neujal a jeho výroba byla záhy zastavena.

Prudký rozmach, kterým právě firma Apple vynikla, dokládá např. údaj z fiskálního roku 1982: celkový příjem za toto období byl 583,1 miliónů dolarů.

V roce 1983 byl do čela správní rady zvolen John Sculley, další výrazná vedoucí osobnost společnosti, bývalý prezident firmy Coca Cola.

V roce 1983 byl představen veřejnosti čtvrtý typ počítače s názvem Lisa, který sice nepřinesl výrazný obchodní úspěch (příjmy společnosti však přesto dosáhly v tomto roce téměř jedné miliardy dolarů), ale znamenal zásadní změnu v koncepci ovládání počítače. Požadavek, aby manipulace s počítačem byla co nejsnazší a přístupná laikům, přivedl vývojáře k myšlence využít bohaté grafiky v novém programovém vybavení, do nějž bylo rozhodnuto investovat více než sto miliónů dolarů. A tak asi rok po Lise spatřil světlo světa nový počítač Macintosh (název oblíbené odrůdy jablek jednoho z vývojových pracovníků) se zcela novými prvky: znázorňování adresářů a souborů „ikonami“, používáním oken a menu a první „myši“ k ovládání a k orientaci na obrazovce. V kombinaci s novou tiskárnou Laser Writer se tento počítač stal základem nové techniky v dalších odvětvích činnosti – např. v činnosti publikační (Desk Top Publishing – publikování od stolu).

Rok 1983 přinesl počátek mírné deprese v počítačovém průmyslu; její vrchol v roce 1985 přežily jen největší společnosti, zabývající se vypočetní technikou. Pro Apple znamenal pokles odbytu značnou ztrátu. Byla zastavena výroba ve třech závodech, propuštěno asi 1200 zaměstnanců a zakladatelé firmy odešli. Po rozsáhlé reorganizaci nastal v roce 1986 obrát k lepšímu, prodej

počítačů se začal zvyšovat. Po prvním počítači Macintosh následovaly do roku 1987 zdokonalé verze Macintosh Plus, Macintosh SE a Macintosh II a další periferní zařízení. Ve fiskálním roce 1987 byly příjmy společnosti 2,66 miliard dolarů a čistý zisk 217 miliónů dolarů. V tomto roce byly představeny i nové „nejsilnější“ modely Macintosh IIcx a IIfx a nová rodina tiskáren Laser Writer II.

Minulé dva roky byly obdobím snižování cen; byly ohlášeny tři modely „low cost“: Macintosh Classic, LC a IIsi. Tato nová strategie byla jednou z odpovědí firmy na přechod většiny soupeřících výrobců na obdobná grafická rozhraní a zvýšila konkurenceschopnost výrobků Apple.

Posledními novinkami jsou přenosné počítače typu „Notebook“ (název je odvozen z rozměrů přístroje, jde o další vývojovou skupinu po typu „Laptop“ a jejich rozměry nepřesahují normalizovaný formát A3), a to tři varianty s označením Powerbook 100, 140 a 170. Ze stolních zařízení jsou nabízeny nové počítače Macintosh Quadra, a to ve dvou výkonnostních variantách Quadra 700 a 900.

Největší devizou výrobků Apple je kromě výrobních technických parametrů snadná obsluha. Přívlastek „user friendly“ (přítulný k uživateli) vzniklo právě ve spojitosti s výrobky Apple. Patří k tomu nejen ovládání myši, ikony pro adresáře, okénka, menu, ale i ergonomické řešení přístrojů. Bohatě možnosti multimediálních působení se uplatňují ve výukových činnostech, ale např. i při výrobě animovaných filmů. Nejmodernější počítače, jejichž představiteli právě výrobky Apple jsou, přinášejí do řady lidských činností zcela nové možnosti: např. ze zahraničního hudebního motivu lze počítačem pořídit jeho notový zápis; v kadeřnictví si zákaznice může na obrazovce namodelovat na svou hlavu nejhodnější účes; lze provádět retuš a úpravy – i barevné – fotografií před jejich publikací aj.

Apple přinesl jako první do počítačové techniky řadu nových prvků – první použil nové uživatelské prostředí typu „Human Interface“ (snadné ovládání, počítač sám nabídne uživateli alternativy k výběru), první myš, první se zabýval multimediálními systémy. Úroveň svých technických řešení vytváří normy v oboru. Výrazným znakem jeho

koncepcí je globálnost – přizpůsobuje svůj hardware i software různým národním jazykům, abecedám, druhům písma apod. Důsledně dbá na možnost snadné kooperace svých zařízení se systémy jiných výrobců. To vše vede ke stále stoupajícímu zájmu uživatelů i k oblíbenosti výrobků Apple: při statistickém sledování uspokojení zákazníků je tato firma první v žebříčku světových výrobců.

Pro nás je zvláště významná událost, k níž došlo 26. října loňského roku ve městě Bethlehem v Pensylvánii. Při návštěvě Spojených států, zaměřené mj. na podporu užších vztahů mezi USA a ČSFR, se tam setkal prezident ČSFR Václav Havel s nejvyšším představitelem firmy Apple, kterým je předseda správní rady pan John Sculley. Při diskusi o filozofii a pojmech informační techniky projevil pan prezident velký zájem o skutečnost, že firma Apple klade velký důraz na vzdělávání mladých lidí a že pojímá počítač jako univerzální nástroj, který zesiluje lidský tvůrčí potenciál a rozšiřuje jej bez ohledu na oblast jeho působení. Schůzka skončila s pocitý vřelého porozumění a nadšení. Jak Václav Havel, tak John Sculley se zavázali podporovat snahy Apple Computer, spočívající v pomoci vzdělávání mladých československých občanů.

V ČSFR byla již před čtyřmi lety založena společnost Technické a Informační služby jako součást JZD Horní Branná s cílem vydávat příručky pro uživatele osobních počítačů. V srpnu 1990 vznikl na základě smlouvy mezi TIS a firmou Apple Computer, Inc. autorizovaný distributor výrobků Apple v ČSFR – TIS a.s., Apple Computer, IMC.

Sídlí v Praze a má asi čtyřicet zaměstnanců. Od počátku svého působení začala firma vyvíjet aktivitu k prosazení značky Apple na československém trhu se strategickým zaměřením na prodej jednotného českého a slovenského jazykového řešení. Rozvinula propagační činnost, včetně účasti na veletrzích a výstavách, na nichž dosáhla pozitivního ohlasu. Zabývá se zejména lokalizací softwaru (s komunikací v českém i slovenském jazyku). Postupně tak dostávají naši uživatelé jedinečné komplexní programové vybavení v národním prostředí. Vedle své

(Pokračování na str. 120)



Setkání prezidenta ČSFR a nejvyššího představitele firmy Apple v Bethlehemu. Zleva: Martin Huml, obchodní ředitel pražské firmy TIS a.s., Apple Computer IMC; John Sculley, předseda správní rady firmy Apple Computer Inc.; prezident Václav Havel; James Guidi, výkonný ředitel firmy TIS a.s., Apple Computer

ELEKTRONICKÁ KUCHARKA

Dr. Ladislav Kubát

II.

Startovací zařízení

O důležitosti správného startu jistě nepochybuje žádný sportovec. Správný start může mít velký význam i v každodenním životě. Začneme proto popisem startovacího zařízení, které sice nemá nepřiměřené ambice, ale může přispět k dobré pohodě při soutěžení na autodráze nebo při jiných podobných hrách. Zařízení používá světelné signály, uspořádané podobně jako na dopravním semaforu ve známé kombinaci červená – oranžová – zelená a akustický signál společně s rozsvícením zelené pro vlastní startovací povel. Časové zpoždění mezi rozsvícením oranžové a zelené je náhodné, takže nemůže být nijak zmanipulováno. Schéma zapojení tohoto obvodu je na obr. 1. Takže připravit ke startu, pozor, teď! Těmto fázím odpovídá postupné rozsvícení červené, žluté a zelené diody LED.

Po zapnutí napájení se rozsvítí zelená LED a zazní zvukový signál na dobu asi pět sekund. Pak všechny LED zhasnou. Při přepnutí Př v horní poloze se rozsvítí červená dioda LED₁. Pokud nepřepneme přepínač do 30 sekund, červená dioda LED zhasne. Přepneme-li Př v tomto intervalu, rozsvítí se žlutá dioda a o 3 až 18 sekund později (doba je náhodná) zhasne žlutá a rozsvítí se zelená dioda na dobu asi 1,5 s. Při svitu zelené diody zní i zvukový signál – to je povel ke startu.

Jak pracuje vlastní zapojení, je možné sledovat podle schématu na obr. 1. Při přepnutí Př v horní poloze je signál tvarován klopným obvodem R-S (IO_{1c} a IO_{1d}). Na klopné obvody typu D obvodu IO_{3a}, jejichž výstupy Q jsou v počátečním stavu L, se dostane hodinový impuls. Vstup prvního klopného obvodu IO_{3a} je připojen ke kladné sběrnici, vstup druhého je zapojen na výstup prvního. Proto při prvním impulsu výstup Q₁ prvního klopného obvodu přechází do stavu H a výstup Q₂ druhého klopného obvodu zůstává ve stavu L. To způsobí, že výstup hradla NAND IO_{2c} přechází do stavu L, tím se otevře T₁ a rozsvítí se LED₁.

Dále bude spuštěn monostabilní klopný obvod IO_{4a}. Jeho výstupní impuls má délku nastavenou členem R₁₀ C₃. Platí vztah $T = 0,32RC$, při použitých hodnotách je to asi 30 sekund. Po tuto dobu je z výstupu monostabilního obvodu na nastavovací vstup obvodu IO₇ přiváděn signál úrovně H a obvod IO₇ pracuje jako astabilní multivibrátor, jehož signál je přiváděn jako hodinový na čtyřbitový čítač IO₆. Pokud nebude Př do 30 sekund přepnut, výstup IO₇ multivibrátoru zablokuje. Současně se na mazací vstupy klopných obvodů IO₃ přivede kladný impuls, čímž se obvod vrátí do výchozího stavu a LED zhasne.

Když je však do 30 sekund přepínač přepnut, pak se na výstup Q₂ druhého klopného obvodu dostane úroveň H. Tím se otevře T₂

a rozsvítí LED₂, rovněž se spustí IO₄. Současně výstup hradla NAND IO_{2c} přechází do stavu H, tranzistor T₁ se zavře a zhasne LED₁. Přepnutím se také spustí IO_{4a}. Druhý monostabilní klopný obvod IO_{4b} zablokuje čítač na dobu asi tři sekund. Po skončení této doby začíná čítač čítat a když dosáhne stavu 15, vzniká na jeho výstupu (vývod 7) sestupná hrana, která je invertována obvodem IO_{2d}. Tím se budí hradlo NAND IO_{2b}, které záporným impulsem spouští třetí monostabilní obvod IO₅. Jeho výstupní impuls, otevírající na 1,5 sekundy T₃, rozsvítí LED₃ a spustí akustický signál. Odstartováno!

Uvedení do chodu není složité, konstrukce není kritická. Při sestavování je ovšem nutné dodržovat zásady zacházení s obvody CMOS. Pokud by pro tuto, případně obdobnou aplikaci, nevyhovovaly použité časové konstanty, je možné udělat potřebné změny. Jde v podstatě o tři časové konstanty. První z nich nastavuje minimální čas mezi rozsvícením žluté a zelené diody LED a je určena rezistorem R₁₃ a kondenzátorem C₆ podle vztahu $T = 0,32R_{13}C_6$. Přitom je třeba respektovat, že R₁₃ by neměl mít odpor větší než 2 MΩ.

Druhá časová konstanta mění kmitočest astabilního multivibrátoru. Jeho perioda je určena vztahem $T = 1,1R_{11}C_5$. Při vyšším kmitočtu se zmenší rozptýl náhodnosti času, který uplyne mezi přepnutím přepínače a vlastním startem.

Třetí časová konstanta, kterou je možné ovlivnit funkční vlastnosti, určuje dobu, po které přechází obvod do výchozího stavu,

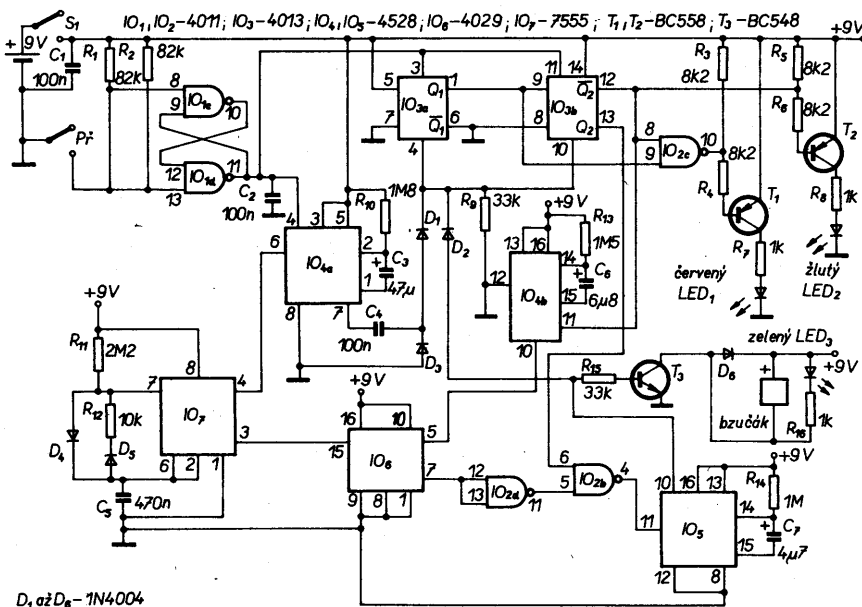
pokud nebyl přepínač přepnut. S hodnotami podle schématu je to asi 30 sekund. Pro úplnost uvedeme příslušný vztah: $T = 0,32R_{10}C_3$.

ETI's simple projects 1986

Detektor vibrací

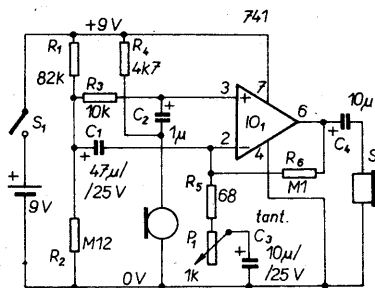
Vibrace motorů a mechanických součástí konstrukcí jsou nejen nepříjemné, ale mnohdy i nebezpečné. Že se jejich místa a příčiny hledají obtížně, to může potvrdit každý automobilník. Aplikace pro dostatečně citlivý detektor vibrací jsou četnější, než bychom si zpočátku mohli myslet. Takový detektor může pod kapotou nejen nahradit šroubovák s přiloženým uchem, ale může být použit i pro zjišťování rezonančních jevů, stavu ložisek v nejrůznějších strojích, dokonce i pro hledání vodovodních trubek ve zdi a také při zjišťování stavu včelstev v zimním období. A to zdaleka není úplný výčet všech možností.

V navrhované konstrukci se pro snímání vibrací používá sonda, která přenáší mechanické vibrace na akustický měnič (aby bylo možné pracovat v místech, která jsou nepřístupná). Proto musí být sonda dostatečně dlouhá, ale současně musí mít malou setrvačnou hmotu. Kdyby byla její setrvačnost velká, zhoršil by se přenos vibrací vyšších kmitočtů a malých amplitud. Proto byl použit měřicí hrot, jak se používá pro multimetry, který má kovový hrot a tělo z plastické hmoty. Vlastní měnič se získá úpravou elektroretového mikrofonu a jeho přímým spojením se sondou. Mikrofon musí být spojen se sondou



D₁ až D₈ – 1N4004

Obr. 1. Startovací zařízení



Obr. 2. Detektor vibrací

tak těsně, aby jeho membrána byla ovlivňována pouze vibracemi přenášenými sondou, nikoli okolním prostředím.

Protože signály z měniče mají malou úroveň (mezi 100 μV a 2 mV), je použit operační zesilovač s velkým ziskem. Zesílení operačního zesilovače v uvedeném zapojení (obr. 2) je možné měnit v rozsahu asi 100 až 1500, aby tak bylo možné detekovat nezkreslené vibrace o různých amplitudách. Zapojení zesilovače je poměrně jednoduché. Mikrofon je polarizován z kladné sběrnice přes rezistor R_4 . Střídavý signál je vazebním kondenzátorem C_2 přiveden na neinvertující vstup IO_1 . Zesílení je dáno zpětnovazebním děličem se střídavou vazbou, složeným z R_6 a kombinace $R_5 + P_1 + C_3$. Matematicky je možné zesílení určit ze vztahu: zesílení = $(R_6 + R_5 + P_1) / (R_5 + P_1)$. Kondenzátor C_1 zavádí zpětnou vazbu, která zvětšuje vstupní impedanci zesilovače.

Konstrukce elektrické části je jednoduchá a neměla by působit žádné potíže. Deska s plošnými spoji je společně s baterií a všemi elektrickými součástkami uložena v poměrně malé ploché krabici. Otvorem v její nejmenší stěně prochází, zasunuta do pryžové průchodky, sonda, na jejímž konci je upevněn mikrofon. Pryžová průchodka brání zbytečnému tlumení vibrací, přenášených sondou do mikrofonu. Na protilehlé stěně je potenciometr pro nastavení zesílení.

Poněkud větší péči vyžaduje upevnění mikrofonu na sondu. Do konce sondy se zašroubuje krátký šroub (asi 6 mm). Jeho hlava má mít průměr asi 8 mm, takže může zakrýt otvor mikrofonu. Kryt proti prachu se z mikrofonu odstraní a mikrofon se přilepí rychle tuhnoucím lepidlem na šroub. Hlava šroubu je upevněna nad otvorem mikrofonu a přilepena k jeho krytu. Pozor aby se lepidlo nedostalo do mikrofonu! Po zalepení kolem dokola je dutina mikrofonu izolována od hluku okolí. Po vytvrzení lepidla je možné pro skutečně spolehlivé utěsnění použít silikonový kaučuk. Při připojování mikrofonu pozor na jeho polaritu! Po kontrole zapojení všech součástek je možné obvod zapnout a vyzkoušet.

Po zapnutí přejedte hrotem sondy opatrně po drsném povrchu a poslouchajte signál ve sluchátku. Pokud je signál zkreslený, zmenšete zesílení. Při kontrole vibrací stroje se dotýkejte hrotem sondy různých částí stroje. Hlasitější výstup ve sluchátku znamená, že vibrace jsou silnější. Tak je možné kontrolovat rezonance tím, že se sleduje amplituda vibrací při změnách rychlosti otáčení motoru. Při maximální amplitudě vibrací lze zjistit rezonanční kmitočet podle rychlosti otáčení

motoru. Protože sonda snímá vibrace pouze určité části stroje, je možné zjišťovat jejich rezonance nezávisle.

Při používání detektoru vibrací v blízkosti elektrického motoru nebo alternátoru může mikrofon snímat i rušivé signály. Rozlišit rušení od „vibračního“ signálu je snadné, neboť rušící signál trvá totiž i po vzdálení hrotu sondy od vibrujícího povrchu.

Signály poslouchané ve sluchátku mohou také být zobrazeny na osciloskopu připojením jeho sondy k vývodům konektoru, zasunutého do zásuvky pro sluchátko. Na osciloskopu je možné lépe vyhodnocovat měřené vibrace, jasněji odlišovat rušící signály od vibrací, měřit kmitočet a relativní amplitudu signálů.

ETI's simple projects 1986

Elektronika šetří žárovky

Ten jev známe asi všichni: Potřebujeme rozsvítit, stiskneme spínač, a blbkl, a konec, nadále vládne tma. Žárovka „odešla“ při zapnutí. Skutečností je, že odpor vlákna žárovky ve studeném stavu je mnohem menší, než když svítí. Tento rozdíl může být desetinásobný, ale i větší. Pokud žárovku zapneme náhodně v okamžiku maxima síťového napětí, může být špičkový zapínací proud velmi značný. Když se žárovka blíží ke konci své doby života nebo pokud její výrobní technologie není zcela v pořádku (u některých výrobků se vyskytuje tato závada i u téměř nových žárovek), může proudový náraz přetžit a přepálit některou část vlákna. Vyloučit nebo omezit toto proudové přetížení při zapnutí by mohlo umožnit úspěšné zaplňování i před koncem doby života žárovky, čímž by se mohla prodloužit doba jejího života.

Tento problém je možné řešit celou řadou způsobů. Popsaný obvod (viz schéma zapojení na obr. 3) využívá zapnutí žárovky triakem spínaným v nule. Tím je zaručeno, že nebude v okamžiku zapnutí na žárovce maximální síťové napětí. Není to řešení ideální, neboť to by s přihlédnutím k časové konstantě ohřevu vlákna žárovky mělo trvat asi po dobu 10 cyklů síťového napětí. Taková řešení jsou sice také možná, ale jejich nedostatkem je buď přílišná složitost, nebo u jednodušších menší účinnost.

Popsaný obvod se v podstatě skládá ze dvou částí, napájecího zdroje a obvodu spínání triaku v nule. Napájecí zdroj je sestaven z C_1 , C_2 , D_1 , ZD_1 a R_1 . V kladné půlvlně síťového napětí je dioda D_1 polarizována opačně a C_1 se nabíjí přes R_1 a ZD_1 na téměř vrcholovou hodnotu síťového napětí. Při záporné půlvlně se náboj z C_1 přes diodu D_1 převede do C_2 . V této části cyklu pracují C_1 a C_2 jako kapacitní děliči. Napětí na C_2 se zvětšuje až do dosažení Zenerova napětí, pak se přebytečný náboj odvádí k zemi,

takže napětí na C_2 bude konstantní. Signálové napětí na záporném pólu C_2 tedy bude -15 V, trvale dodávaný proud však může být jen několik miliampérů.

Zbytek obvodu tvoří obvod spínání triaku v nule. Báze T_3 a emitor T_2 jsou vzájemně propojeny a přes R_2 jsou spojeny se sítí. Tento bod je ve schématu označen jako „A“. Emitor T_3 a báze T_2 jsou spojeny s nulovým síťovým vodičem a kolektory obou tranzistorů jsou připojeny k -15 V. Když je v bodu A kladná půlvlna, T_2 se otevírá a napětí kolektoru se blíží k nule. Při záporné půlvlně se otevírá T_3 a kolektorové napětí se opět zmenší. Oba rezistory jsou uzavřeny pouze tehdy, je-li napětí v bodě A přibližně v intervalu +0,6 V až -0,6 V. V tomto okamžiku se napětí kolektorů změní asi na -15 V, čímž se otevrou T_4 a T_5 a proudový impuls sepne triak. Rezistor R_3 omezuje proud pro sepnutí triaku asi na 100 mA. Kombinace R_5 a C_4 , zapojená paralelně k triaku, omezuje rychlost náběhu napětí na triaku při připojení sítě. Příliš velká rychlost náběhu napětí na triaku by mohla způsobit jeho sepnutí i bez zapínacího impulsu.

Při konstrukci je třeba počítat s tím, že obvod je spojen se sítí a musí proto být zhotoven velmi pečlivě. Destička s plošnými spoji může mít malé rozměry a může být instalována do krabice spínače nebo případně do válcové „redukce“ opatřené žárovkovou objímku, která se zašroubuje mezi objímku svítidla a žárovku.

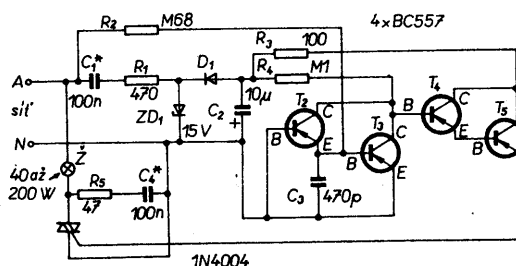
Názory na účinnost tohoto obvodu a jeho skutečný vliv na prodloužení doby života žárovky se mohou různit. U často zapínaných žárovek by se jeho vliv měl projevit. Potvrzují to i zkoušky, které byly v omezeném rozsahu provedeny. Což to vyzkoušet?

ETI's simple projects 1986

Digitální luxmetr

Měření světla bývá v popisech elektronických obvodů většinou zastoupeno expozičními do temné komory, určenými pro poměrová měření při zvětšování. Přesné měření intenzity osvětlení bylo zatím doménou továrních přístrojů. Nároky na přesnost, dynamický rozsah a spektrální charakteristiky takového měření jsou totiž značné; přitom jsou možné a potřebné aplikace luxmetru velmi široké. Jde nejen o aplikace se zaměřením na fotografii a video, ale i pro osvětlovací techniku. Pro intenzitu osvětlení ve školních třídách, obchodech, kancelářích a pracovištích výrobních závodů totiž existují údaje doporučené normami, které někdy nejsou dodržovány – a tak je někde světla málo, někde moc. A nejde jen o umělé osvětlení. Efekt umytých oken v tovární hale může být někdy až neuvěřitelný.

Lidské oko má velmi široký dynamický rozsah, jak je zřejmé z následující tabulky:



Obr. 3. Elektronika šetří žárovky (* pro st napětí 220 V)

Měsíc v úplňku	0,4
Plamen svíčky na 1 metr	1
Večerní ulice	20 až 30
Obývací pokoje a kanceláře	300 až 400
Obchody, dílny, třídy	500
Zakládání elektronických součástek	800
Konstrukce	1000
Hodinářská dílna	3000
Jasný sluneční letní den	100 000

Údaje v tabulce jsou v luxech. Použité světelné čidlo musí tedy zpracovat dynamický rozsah 0,1 až 100 000 luxů a přitom by mělo spektrální charakteristikou odpovídat citlivosti lidského oka. Popisované zapojení používá fotodiodu BPW21, která má maximum spektrální citlivosti kolem 555 nm, což odpovídá žlutému/zelenému světlu. Její spektrální rozsah je 350 až 775 nm, což téměř odpovídá lidskému oku. Další důležitou vlastností je co nejlineárnější závislost zkratového proudu na osvětlení v širokém rozsahu 0,01 až 100 000 luxů.

Blokové schéma zapojení je na obr. 4. Fotodioda BPW21 je zapojena standardním způsobem tak, aby produkovala proud přímo úměrný osvětlení. Ten se převádí na napětí přiváděné do voltmetru a zobrazované v digitální formě. Jako digitální voltmetr se používá známé zapojení s ICL7106. Úplné schéma zapojení je na obr. 5. Fotodioda D_1 je zapojena do „zkratu“, napětí na ní je dáno pouze nesymetrií OZ. V tomto zapojení je závislost proudu na osvětlení extrémně lineární, což je zvlášť důležité pro přesnost měření.

Operační zesilovač IO_1 převádí proud diody na napětí přímo úměrné proudu a na odporu zpětnovazebního rezistoru. Kondenzátor C_1 zajišťuje potřebnou kmitočtovou stabilitu. Výstup operačního zesilovače bude mít v případě zdroje světla napájeného ze sítě stejnosměrnou a střídavou složku. R_5 a C_3 působí jako dolní propust pro potlačení signálů o kmitočtech nad 1,6 Hz. Výsledné napětí se přivádí na vstup digitálního voltmetru s ICL7106, který již byl v literatuře dostatečně popsán.

Za zmínku stojí způsob, který byl v zapojení použit pro získání napájecího napětí pro operační zesilovač. Obvod ICL7106 má vestavěn obvod pro referenční napětí 2,8 V mezi vývodem 1 (U_{ss}) a vývodem 32 (COM). Vzájemným propojením společného vodiče COM, REF_{LO} (vývoj 36) a IN_{LO} (vývod 30) se získají napětí +2,8 V a -6,2 V pro napájení operačního zesilovače, měřeno proti „falešné“ zemi (propojení společného vodiče,

REF_{LO} a IN_{LO}). Při měření vzhledem k zápornému pólu je na „falešné“ zemi napětí +16,2 V a na U_{CC} 9 V.

Pro dosažení plného rozsahu měření 200 mV musí být napětí přivedené mezi REF_{HI} a REF_{LO} 100 mV. To zajišťuje přepínání desetinné tečky a varování při nedostatečném napětí baterie. Přístroj má dva rozsahy – do 200 a do 20 000 luxů.

Konstrukce přístroje není složitá za předpokladu, že se použije vhodná deska s plošnými spoji, která se pečlivě zkontroluje, aby neměla trhlinami přerušené vodiče nebo zkratky v místech průchodů vodičů mezi vývody IO. IO voltmetru jsou zasunuty do zdířek typu Molex, IO_1 musí být pájen, protože zpracovává vstupní proudy řádu nanoampér. Je třeba dodržovat zásady používání integrovaných obvodů CMOS.

Při nastavování a oživování přístroje je třeba dodržet určitý postup. Nejdříve je nutné nastavit potenciometr P_3 , kterým se vyrovnává offset, a to před připájením fotodiody. Po zapnutí se potenciometrem P_3 jednoduše nastaví na displeji 0. Pokud to není možné nebo pokud údaj kolísá, je třeba zkontrolovat polaritu všech polovodičových součástek a všechny pájené spoje. Dokud není možné nastavit offset, nemá žádný smysl pokračovat dále.

Je-li vše v pořádku, je možné připojit fotodiodu – pečlivě při tom kontrolujte její polaritu. Podle použité konstrukce krabičky je třeba nastavit popř. zkrátit její vývody. Pro nastavení obvodu výstrahy nedostatečného napětí baterie potenciometrem P_4 připojte přístroj na regulovatelný zdroj napětí 9 V. Pak postupně zmenšujte napájecí napětí a sledujte údaj na displeji. Když se údaj displeje začíná značně lišit od původního, nastavte potenciometr P_4 tak, aby se indikátor zapnul.

Konečné nastavení spočívá v kalibraci přístroje. Nejlepší je přístroj kalibrovat porovnáním s továrním přístrojem. Použijeme pevný zdroj světla, na příklad kulové svítidlo, a komerční luxmetr umístíme do vzdálenosti, ve které bude ukazovat 100 luxů. Pak do stejné vzdálenosti (případně místa) umístíme náš luxmetr, přepneme na rozsah 200 luxů a potenciometrem P_1 nastavíme na displeji údaj 100 luxů. Podobně pak, po zmenšení vzdálenosti tak, aby kontrolní přístroj ukazoval 1000 luxů, nastavíme 1000 luxů na rozsahu 20 000 luxů potenciometrem P_2 .

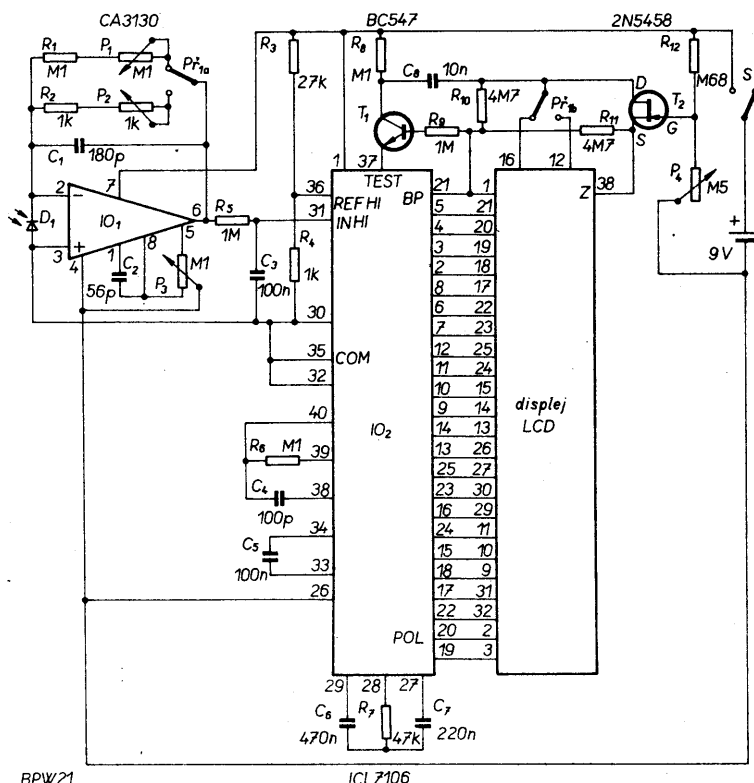
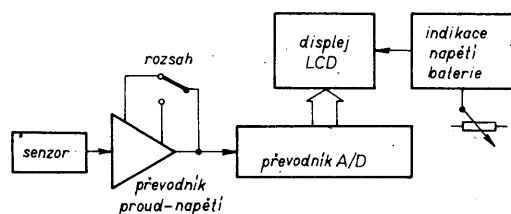
Pokud nemáme přístup ke komerčnímu luxometru, můžeme pro kalibraci použít méně přesnou metodu. Rozsvítíme žárovku 100 W v prostředí, kde se neuplatňují žádné odrazné plochy, světlé stěny nebo zrcadla. Úroveň osvětlení ve vzdálenosti 300 mm od žárovky by měla být 1000 luxů a ve vzdálenosti 750 mm 160 luxů. Umístíte nastavovaný luxmetr do těchto vzdáleností a podle potřeby nastavte příslušné potenciometry. Tím je nastavení skončeno a přístroj je připraven k provozu.

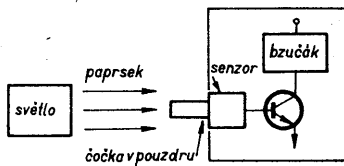
ETI's simple projects 1986

Indikátor průchodu dveřmi s rozlišením směru

Kde jsou ty časy, kdy zákazníka přicházejícího do obchodu (tehdy krámu) vítalo zaznění zvonků, zavěšených nad dveřmi. Mělo upozornit obchodníka, že přišel zákazník. V zahraničí zvonky nahradily „elektroničtí dveřníci“, kteří ovšem v jednoduchém provedení nerozlišují, jestli jde o příchod nebo odchod, a proto signál bzučáku zazní i při odchodu zákazníka. To nemusí být každému příjemné.

Popsaný obvod dokáže rozlišit příchody a odchody osob, protože používá dvě čidla





Obr. 6. Zjednodušený princip indikace

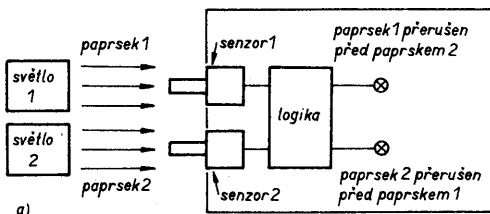
a využívá digitálního vyhodnocení pořadí jejich reakce. Použití takového obvodu není omezeno pouze na signalizaci příchodů nebo odchodů – může být použit např. na automatické rozsvícení při příchodu do místnosti a zhasnutí při odchodu, nebo v kombinaci s obousměrným čítačem pro stejný úkol v místnostech, do nichž přichází a z nichž odchází větší množství lidí. V tomto případě se světlo rozsvítí při příchodu první osoby a zhasíná při odchodu poslední. Ale k tomu až později.

Funkce obvodu je založena v nejjednodušším případě na přerušení světelného paprsku, procházejícího napříč dveřmi, který dopadá na světelné čidlo a s použitím jednoduchého obvodu zapíná bzučák (viz obr. 6). Obvod, který rozlišuje směr průchodu, pracuje podle blokového schématu na obr. 6a. Používá dva světelné paprsky a dvě čidla. Logický obvod využívá informace obou čidel a podle toho, který paprsek je přerušen dříve, sepne jeden z výstupů. V praktickém provedení může být použit pro osvětlení obou čidel jeden světelný zdroj. Funkce zůstává stejná a nastavení je jednodušší. Jakmile bude přerušen jeden paprsek, obvod přidělí příslušný výstup, který zůstane zablokován i po přerušení druhého paprsku. Obvod se vrátí do původního stavu tehdy, až budou oba paprsky nepřerušeny.

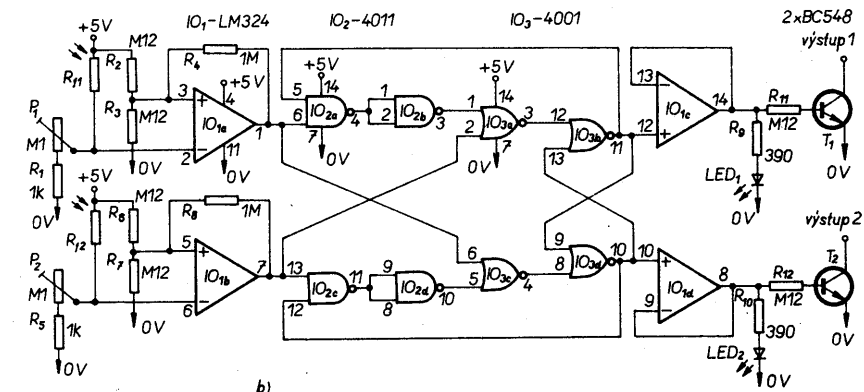
Úplné schéma zapojení je na obr. 6b. V analogové části tvoří čidlo R_{11} , P_1 a R_1 dělič napětí, jehož výstupní napětí U_1 závisí na množství světla, které dopadá na čidlo (více světla – větší napětí). P_1 je určen pro kalibrační nastavení a dovoluje nastavit napětí U_1 dodávané děličem. Toto napětí se porovnává s pevným napětím (2,5 V z děliče R_2 a R_3) integrovaným obvodem, jehož výstup je 5 V při napětí U_1 menším než 2,5 V, a 0 V, je-li napětí větší než 2,5 V. Rezistor R_4 zavádí malou hysterezi, aby se zabránilo falešnému přepínání. Jeho odpor není kritický, pro běžné použití zajistí dostatečnou hysterezi odpor 1 M Ω .

Číslicová část obvodu logicky rozhoduje o směru průchodu osoby tím, že vyhodnotí, který paprsek je přerušen dříve, a udrží příslušný stav ve všech fázích tohoto průchodu. Nejprve se totiž přeruší jeden z paprsků, pak jsou postupně přerušeny oba, pak je přerušen jen druhý paprsek, až konečně jsou oba paprsky nepřerušeny. Proto pro řešení nestačí jen křížem propojená dvě hradla AND, jak by se mohlo na první pohled zdát, ale navržený obvod musí být poněkud složitější, aby jeho pravdivostní tabulka vyhovovala požadavkům aplikace. Potřebné funkce AND, OR a NOT byly realizovány běžnými hradly NAND a NOR.

Konstrukční provedení elektronické části je běžné. Deska s plošnými spoji je umístěna v krabici, na které diody LED indikují fakt a směr průchodu společně se zvukovým



Obr. 6a. Blokové schéma



Obr. 6b. Indikátor průchodu dveřmi v obou směrech

signálem. Obě světelná čidla jsou zapuštěna v bloku, který může být zhotoven ze dřeva, plastického materiálu, hliníku, atd., rozteč fotorezistorů stačí 15 mm. Světelný zdroj na protější zárubní dveři je sestaven s použitím reflektoru a žárovky z běžné kapesní svítilny.

Uvedení obvodu do provozu by nemělo působit zvláštní potíže. Po zapojení součástek a kontrole zapneme napájení a osvětlíme čidla. Postup nastavování začínáme při nastavení odporových trimrů na minimum odporu, proti směru otáčení hodinových ručiček. Obě diody LED mají být zhasnuty. Pak zvolna otáčíme jedním z trimrů, dokud se nerozsvítí příslušná dioda LED, pak běžec trimru nastavíme mírně zpět, aby dioda LED opět zhasla. Podobně nastavíme i druhý trimr.

Pak následuje nejdůležitější zkouška. Při pohybu ruky, jímž přerušujeme paprsek v jednom i druhém směru, se mají diody LED rozsvěcovat střídavě. Pokud tomu tak není, je třeba pečlivě zkontrolovat případné zkratky mezi pájecími ostrůvky a vodiči na desce s plošnými spoji a správnost zapojení použitých součástek. Piezoelektrický bzučák se zapojí na výstup 1 nebo podle toho, požadujeme-li akustický signál při příchodu nebo odchodu osoby.

Tím je přístroj v základním provedení dokončen. Poskytuje ovšem ještě další prostor pro experimentování. Pro zjednodušení instalace je možné vyzkoušet umístění světelného zdroje společně se senzory na stejné straně dveří a zrcadla na protější straně. Protože pro napájení logických obvodů je použito napětí 5 V, výstupy 1 a 2 mohou být snadno upraveny pro „kompatibilitu TTL“. Stačí je připojit přes rezistory s odporem 1 k Ω na kladnou sběrnici 5 V. V tomto případě je k dispozici signál řízení čítače, počítače atp. sestupnou hranou. Při požadavku řízení náběžnou hranou je možné tyto signály odebrat z výstupů IO_{1c} a IO_{1d} . Jejich kvalitu je možné zlepšit odpojením diod LED. Pro zapínání a vypínání světla se tyto signály přivedou na vstupy klopného obvodu „set“ a „reset“. Výstup klopného

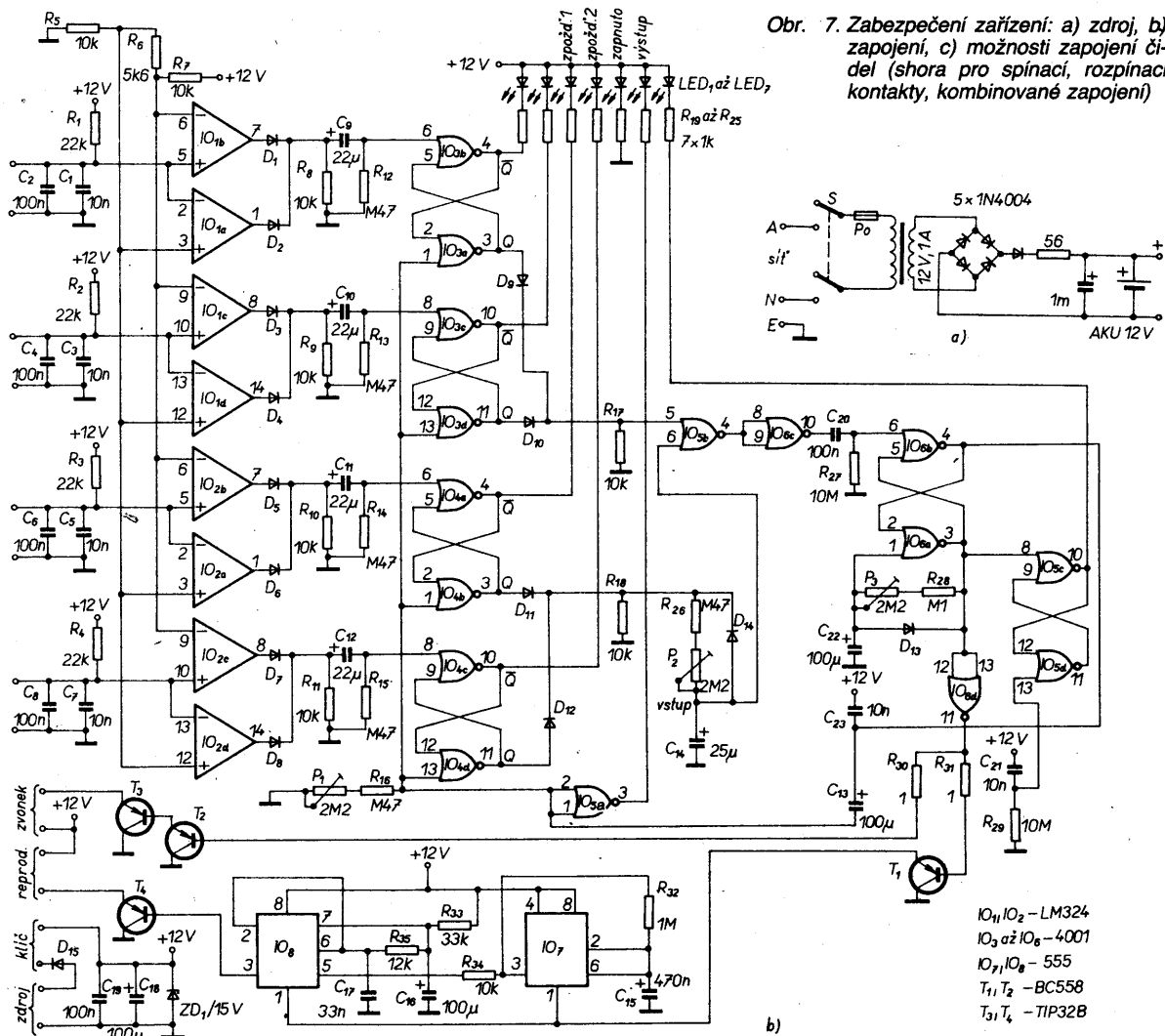
obvodu pak spíná tranzistor, ovládající relé. ETI's simple project 1986

Zabezpečovací zařízení

Krádeže vloupáním se staly skutečností našeho života, pro některé z nás bohužel i zkušeností. Byty a domy se stávají poměrně snadným cílem lidí, kteří chtějí bezpracně dobře žít. Tomu je možné a dokonce nutné bránit. Jednou z možností, která je sice známá a dostupná, avšak dosud málo používaná, je instalace zabezpečovacích zařízení. V poslední době nabízí sice tuto službu několik firem na dobré úrovni s použitím zahraničních zařízení, přesto však zůstává prostor i pro amatérskou činnost. Je tomu tak i v zahraničí, kde je nabídka profesionálních služeb mnohem širší. Mimo jiné i proto, že si člověk po zaplacení drahé instalace zabezpečovacího zařízení může připadat jako okradený.

Zapojení vhodných pro aplikaci v běžných podmínkách je celá řada, od nejjednodušších až po poměrně složitá. Popsané zapojení je vlastně malou ústřednou, umožňující zabezpečit objekty v rozsahu od bytu až po rodinný domek. Je vybaveno čtyřmi vstupy, určenými pro připojení smyček, kterými jsou propojena použitá čidla. Vstupy jsou určeny pro zatížení rezistorem 22 k Ω , to znamená, že jak při zkratu, tak i při přerušení některé ze smyček bude vyvolán poplach – proto mohou být v jedné smyčce používána čidla pracující jak se sepnutím, tak s rozpojením kontaktu.

Zabezpečovaný objekt může být rozdělen do čtyř na sobě nezávislých sektorů. Při tom dva z těchto sektorů jsou vybaveny zpoždovacím zařízením, které umožňuje vstup do objektu i odchod (po určitý časový úsek), v dalších dvou sektorech je poplach zapínán okamžitě při narušení smyčky. Kromě nastavení těchto zpoždění je možné také nastavit dobu trvání poplachu, to znamená dobu zapnutí sirény. Po skončení této předem nastavené doby se zvukový signál vypne a zařízení automaticky znovu přejde do pohotovostního stavu. Pokud je vstup, který způsobil poplach, dosud aktivní, obvod jej zablokuje a uvede do pohotovostního stavu



pouze ty sektory, které nebyly aktivovány. To prakticky také znamená, že pokud si přejete nechat v noci otevřené okno, můžete za tohoto stavu zařízení zapnout a zařízení tento vstup zablokovat.

Pro indikaci provozních stavů a poplachů je zařízení (obr. 7a, b) vybaveno sedmi diodami LED. LED₅ indikuje zapnutí napájecího napětí. Další čtyři červené LED (1, 2, 3, 4) krátce po zapnutí indikují, jsou-li všechny sektory v pořádku. Pak jsou porušené sektory automaticky zablokovány a všechny diody zhasnou. Po uvedení do pohotovosti tyto diody indikují při spuštění poplachu, které smyčka byla aktivována. Když byl spuštěn poplach, pak další dioda LED indikuje „předcházející vstup“ (aktivaci kterékoliv smyčky) a zůstává zapnuta i po vypnutí poplachu. LED₆ ukazuje, že běží zpoždění poplachu, určené pro opuštění objektu.

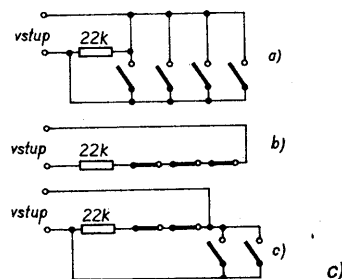
Úplné schéma zapojení jednotky je na obr. 7b. Kromě již uvedených obvodů obsahuje zapojení generátor tónu sirény, dodávající výkon 4 až 5 W do zátěže 4 Ω, připojené na vývody pro připojení reproduktorů, a také výstup stejnosměrného napětí 12 V, 1 A pro případné použití zvonku. Jednotku je možné zkonstruovat na jedné desce s plošnými spoji. Je však třeba zdůraznit, že klíčový význam pro spolehlivou a efektivní funkci poplašného systému má kvalita použitých čidel a metody, použité pro jejich instalaci. Popsaná jednotka může být plně využita jen tehdy, když se návrhu vhodného systému čidel věnují potřebné znalosti, čas a úsilí.

K těmto otázkám se proto vrátíme po podrobnějším popisu obvodů základní jednotky.

Zařízení je vybaveno čtyřmi vstupy, které jsou proti vlivům v signálu chráněny dvěma paralelními kondenzátory. Všechny vstupy jsou zapojeny stejně – na vývody čtyř „okénkových“ komparátorů, které tvoří dvojice operačních zesilovačů integrovaných obvodů IO₁ a IO₂. Rozhodovací úrovně komparátorů jsou nastaveny odporovým děličem R₅, R₆ a R₇. Napětí na spoji R₇ a R₆ je 7,3 V a napětí mezi R₅ a R₆ je 4,7 V. To jsou dolní a horní prahová napětí komparátorů.

K tomu, aby byl „sektor“ v klidovém stavu, musí být napětí na příslušném vstupu v uvedeném rozmezí. Zajišťují to vždy dva rezistory 22 kΩ. Každý vstup je připojen rezistorem 22 kΩ ke kladné sběrnici (R₁, R₂, R₃, R₄). Vnější zatěžovací rezistor (není ve schématu zakreslen) je pak zapojen na konci smyčky, takže vstup má napětí 6 V. Když je zatěžovací rezistor zkratován, zmenší se napětí k nule; při přerušení smyčky napětí vstupu se přiblíží napětí kladné sběrnice. V obou případech budou překročeny meze napětí „okénka“ a výstup příslušného komparátoru se přepoklopí do kladné úrovně. Dvojice diod D₁ a D₂, D₃ a D₄, D₅ a D₆, D₇ a D₈ se používají pro vytvoření logického součinu výstupních signálů dvojic operačních zesilovačů.

Výstupní signál z diod se přes kondenzátor (C₉ až C₁₂) přivádí na klopný obvod, vytvořený dvojicí křížově propojených hradel NOR. Funkce kondenzátorů spočívá v blo-



kování; ale o tom podrobněji později. Zbývající vstup každého z klopných obvodů je přes R₁₆ a P₁ spojen se zemí. Tyto rezistory společně s C₁₃ zajišťují zpoždění poplachu, nutné při opuštění objektu. Při zapnutí je kondenzátor zpočátku bez náboje a tedy bez napětí. Napětí společného bodu C₁₃ a R₁₆ je proto zpočátku blízké napětí na kladné sběrnici. Tím je výstup Q klopného obvodu (diody D₉ až D₁₂) uveden do stavu L, bez ohledu na stav vstupních obvodů – obvod spuštění poplachu je vyřazen. Při nabíjení C₁₃ se napětí na R₁₆ zmenšuje. Když se zmenší pod spínací úroveň CMOS (kolem 6 V), výstup klopných obvodů bude záviset na vstupních signálech z komparátorů, a tak bude obvod v pohotovosti. Doba potřebná pro nabití C₁₃ bude záviset na nastavení P₁, proto je možné zpoždění nastavit změnou P₁.

Obvod IO_{5a} tvoří invertor pro buzení diody LED₆, která je v průběhu doby zpoždění rozsvícena. Po tuto dobu je funkce zařízení blokována. Když je určitý vstup zpočátku v klidovém stavu, pak je výstup komparátoru tohoto vstupu ve stavu L, proto je výstup Q příslušného klopného obvodu ve stavu H a dioda LED tohoto sektoru je zhasnuta. Když po dobu zpoždění dojde k aktivaci vstupu, výstup příslušného komparátoru přejde do stavu H. Protože vazební kondenzátory (C₉, C₁₀, C₁₁ a C₁₂) jsou zpočátku vybity, bude napětí na vstupu klopného obvodu také ve stavu H. To způsobí rozsvícení příslušné diody LED. Vazební kondenzátory se budou přes rezistory 470 Ω nabíjet a napětí se bude zmenšovat. Když se zmenší pod spínací úroveň CMOS, dioda LED zhasne. Vstup se pak pro klopný obvod jeví jako klidový a zařízení může být uvedeno do pohotovostního stavu, aniž by aktivovaný vstup způsobil spuštění poplachu. Tento sektor bude blokována, dokud nebude uveden do klidového stavu.

Zbývající hradlovací obvody zajišťují logiku spouštění poplachu. Vstupy jsou rozděleny na dva vstupy s okamžitým spouštěním a dva vstupy se zpožděním spouštěním poplachu. Výstupy klopných obvodů „okamžitých“ vstupů jsou přes diody D₉ a D₁₀ (diody realizují funkci logického součtu) přivedeny na vstupy hradla NOR IO_{5b}. Signály zpožděného spouštění jsou podobně logicky „sečteny“ diodami D₁₁ a D₁₂ a jsou pak přivedeny přes R_{2R6} a P₂ na kondenzátor C₁₄. Když bude aktivován „zpožděný vstup“, výstup příslušného klopného obvodu přejde do stavu H a začne se nabíjet C₁₄. Doba potřebná pro nabíjení závisí na nastavení P₂. Kladný pól C₁₄ je připojen ke druhému vstupu hradla NOR IO_{5b}. Tím se zpozdí spouštění, obvod bude vstupním signálem aktivován až tehdy, když napětí na kondenzátoru C₁₄ stačí na přepnutí hradla NOR.

Dioda D₁₄ zajišťuje vybíjecí cestu pro náboj C₁₄ přes R₁₈, když je spuštěn poplach, výstup IO₆ přechází do stavu H. Tím vzniká impuls spouštějící přídržný obvod, tvořený z IO_{6a} a IO_{6b}. To má tři důsledky. Za prvé, výstup invertoru tvořeného IO_{6a} přechází do stavu L, čímž se spouštějí obvody sirény a zvonku. Za druhé, výstup IO_{6b} přechází do stavu L a „resetuje“ vstup klopných obvodů. Za třetí se rozsvítí dioda LED₇ („předcházející vstup“), což zajišťuje přídržný obvod tvořený IO_{5c} a IO_{5d}. Toto přidržení se ruší pouze při zapínání jednotky pomocí C₂₁ a R₂₉.

Když je spuštěn poplach, výstup IO₆ přejde do stavu H. To způsobí nabíjení C₂₂ přes R₂₈ a P₃. Když napětí kondenzátoru dosáhne spínací úrovně CMOS, siréna i zvonek se odpojí. Pak se obvod uvede do pohotovostního stavu, jako by byl opět zapnut, s tím rozdílem, že zůstane rozsvícena LED₇, indikující „předcházející vstup“ (aktivaci kterékoliv smyčky).

Při spouštění obvodu sirény a zvonku se zapínají tranzistory T₁ a T₂, T₂ pak zapne T₃, který aktivuje ss zvonek a může dodat proud až 1 A. Tranzistor T₁ otevírá dva obvody LM555, které tvoří obvod buzení sirény. IO₈ je zapojen jako astabilní multivibrátor, pro-

dukující signál pravoúhlého průběhu. IO₇ se používá pro modulaci kmitočtu obvodu IO₈ sinusovým signálem. Výsledným efektem je pronikavý signál, zesílený tranzistorem T₄, kterým se budí reproduktor.

Zařízení je napájeno napětím 12 V, které je filtrováno kondenzátory C₁₉ a C₁₈. Dioda D₁₅ zajišťuje ochranu proti přepólování. Zenerova dioda ZD₁ je ochranou proti přepětí.

Konstrukční provedení je založeno na desce s plošnými spoji o rozměrech asi 160 × 120 mm. Rozmístění součástek není kritické. Skříňka může být konstruována podle předpokládané aplikace buď k umístění ve zdi nebo na zdi, popř. skryté do nábytku, případně pro jiné skryté umístění. Samozřejmě je třeba počítat s umístěním napájecího zdroje. Několik možných zapojení sektorů je na obr. 7c.

Před zkoušením připojíme všechny vnější součásti (jako např. spínače a reproduktor přes rezistor 100 Ω, omezující hlasitost). Všechny potenciometry nastavíme na minimum. Pak je možné připojit baterii. Po zapnutí by se měly rozsvítit všechny diody, kromě diody LED₇. Siréna má houkat. Po několika sekundách mají zhasnout čtyři červené diody sektorů. Asi po 30 sekundách zhasne žlutá dioda LED₆ odchodu a zůstane svítit pouze dioda LED₅, indikující napájení. Pokud je vše v pořádku, můžeme si oddychnout, a obvod vypnout.

Dále zapojíme zatěžovací rezistory 22 kΩ na příslušné vstupní svorky. Po zapnutí obvodu se má rozsvítit pouze indikátor napájení a dioda LED₆ zpoždění pro odchod. Po uplynutí tohoto zpoždění žlutá dioda zhasne a obvod je v pohotovostním stavu. Nyní zkratujte rezistor na jednom z „okamžitých“ vstupů. Okamžitě zazní siréna a rozsvítí se příslušná červená dioda LED (1, 2), označující narušený sektor. Má se rozsvítit také dioda LED₇, označující předchozí vstup, která zůstane zapnuta. Asi po 20 sekundách se má siréna vypnout a poplachový obvod se uvede do pohotovostního stavu, jako by byl právě zapnut.

Dioda LED, označující narušený sektor, zhasne přibližně po pěti sekundách po vypnutí sirény. To ukazuje, že sektor byl zablokovaný. Zbývající tři sektory budou aktivovány po uplynutí zpoždění pro odchod. Dioda D₇ zůstane rozsvícena, aby indikovala, že byl spuštěn poplach. Bude vypnuta až po vypnutí celého zabezpečovacího zařízení.

Za tohoto stavu zbývá na desce nastavit časové zpoždění. To je však lépe udělat až po návrhu, případně instalaci celého systému, protože zpoždění pro odchod závisí na vzdálenosti mezi dveřmi a místem instalace zařízení. Pokud jde o dobu trvání poplachu – je otázkou kompromisu mezi potřebou delší doby pro odstranění vetřelce či krátké doby s ohledem na trpělivost a toleranci sousedů.

Jak jsme již uvedli, není kvalita a bezpečnost zabezpečovacího zařízení jen otázkou kvalitní centrální jednotky, ale celého systému, to je čidel, jejich instalace a spolehlivosti, a také nevhodnějšího návrhu umístění čidel, zajišťujících všechny kritické přístupové cesty. Bylo uvedeno, že s touto jednotkou mohou být používána čidla se zapínacími nebo rozpinacími kontakty, případně jejich kombinace. Zapojení takových smyček je na obr. 7c. Ve smyčkách mohou být použita čidla nejružnějších typů, jejichž specifické vlastnosti dovolují při správné aplikaci do-

sáhnout požadovaného spolehlivého zabezpečení. Pro lepší přehled jsou uvedeny charakteristické vlastnosti jednotlivých typů čidel v následující tabulce. V běžných aplikacích se pro zajištění dveří a oken používají poměrně spolehlivá jazyčková relé, která jsou spínána trvalým magnetem. Relé je upevněno v pevné části rámu dveří nebo okna, v pohyblivé části je upevněn trvalý magnet. Při zavřených dveřích nebo v oknu jsou tyto součásti v takové blízkosti, že relé je sepnuto, při otevření se kontakt rozpojí a přeruší smyčku. Podobně se mohou používat mechanicky ovládané kontakty, které jsou však méně spolehlivé, nebo rtuťová relé, vhodná pro zabezpečení otvorů, uzavřených s využitím naklápěcích prvků. Skleněné plochy se nejlépe zajišťují známými nalepenými proužky kovové fólie. To jsou v podstatě všechno prvky pro ochranu před vniknutím vetřelce do chráněné oblasti. Pokud se mu to podaří, aniž by způsobil poplach, pak se uplatní další skupina čidel, která mohou být použita a reagují na pohyb osoby v chráněné oblasti. Mohou pracovat na různých principech a používají mikrovlny, rádiové vlny, ultrazvukovou nebo infračervenou energii. Podle toho mají také do určité míry specifické vlastnosti. Mikrovlnné a rádiové detektory jsou náchylné k registraci pohybu i mimo chráněnou oblast. Ultrazvukové detektory naproti tomu působí výhradně v prostoru, ve kterém jsou umístěny, v tomto prostoru však mohou vznikat „hluchá“ místa. Infračervené detektory pohybu jsou nejběžnější. Detekují pohybující se infračervené zdroje, jako je lidské tělo, až na vzdálenost 10 metrů. V horkých dnech však může být dosah těchto detektorů značně omezen. Protože jde o pasivní detektory, nemohou být na rozdíl od infračervených závor zjištěny.

Základem úspěšného návrhu zabezpečovacího systému je dobrá rozvaha a posouzení zabezpečovaného bytu nebo domku, zjištění kritických míst a jejich přiměřené zabezpečení a to nejen elektronikou, ale i mechanickými zajištěními dobrými zámky a jejich pevností. Pokud jde o zabezpečení proti vniknutí do objektu, běžně se u dveří a oken používají magnetické spínače, doplněné kovovou fólií na skleněných plochách, případně „tlakovou“ rohoží za vstupními dveřmi. Vnitřní prostory mohou být zajištěny detektorem pohybu. Je však třeba použít jen skutečně potřebný počet čidel, protože čím více čidel bude použito, tím více bude falešných poplachů, nehledě na složitější instalaci.

Instalace zařízení a její bezpečnost proti narušení je velmi důležitá. Nejprve je nutné rozhodnout o tom, kde a jak bude umístěna centrální jednotka. Při použití pancéřové skříňky je nutné zajištění nejen její bezpečnost, ale také bezpečnost přívodu. Při skrytém umístění je také nutné přihlížet k tomu, aby podle přívodních vodičů nebylo možné umístění skříňky snadno zjistit. Obecně je nutné, aby jak vodiče, tak i čidla byla dobře ukryta nebo maskována. Péče věnovaná instalaci se určitě vyplatí. Totéž platí pro pečlivé vyzkoušení celého zařízení před uvedením do provozu. Je to ve vašem vlastním zájmu, i v zájmu vašich sousedů. Funkce zařízení může být ovlivněna i rušením, v tom případě je nutné odrušit napájecí přívod, případně i vstupní smyčky.

Detektor	Aplikace	Výhody	Omezení	Odolnost proti překonání	Náchylnost k faleš. poplachu
Mechanické kontakty	Dveře, okna, brány, poklapy atd. Obvykle obvodová ochrana	Malé náklady	Malá spolehlivost a citlivost. Vlivy prostředí. Velké náklady na instalaci	Malá	Značná, když dveře nebo okna mají velkou vůli, jinak dobrá
Magnetické spínače	Dveře, okna, brány, poklapy atd. Obvykle obvodová ochrana	Poměrně odolné proti vlivu prostředí a opotřebení. Levné	Možnost poškození. Velké náklady na instalaci	Vyvážené typy odolnější než typy s jedním magnetem	Značná při velké vůli oken nebo dveří, jinak dobrá
Rtuťové spínače	Stejné vlastnosti jako u magnetických spínačů. Používají se obvykle pro přístupová místa, která se otevírají se změnou vertikální polohy, protože jsou ovládány nakloněním				
Kovové fólie	Výklady, okna, skleněné dveře atd. Obvykle obvodová ochrana	Viditelnost působí preventivně	Možnost záměrného poškození a opotřebení. Při poškození nutno vyměnit	Malá	Značná pod vlivem prostředí
Tlakové rohože	Malé plochy, příchody, u objektů pro místní ochranu	Levné, malá náročnost údržby. Působení velikosti a tvaru	Opotřebení, vliv vlhkosti a vody	Malá	Podléhá podmínkám prostředí
Akustické detektory	Plošná ochrana uzavřených místností, rozbití skla	Pohyb vzduchu nemá vliv	Použití v prostředí se stálým a malým hlukovým pozadím	Velká při správné instalaci	Může být značná podle typu a aplikace
Ultrazvukový detektor pohybu	Plošná ochrana malých uzavřených prostorů. Místnosti, chodby	Snadná instalace pro ochranu velkých prostorů. Účinný proti „pozůstalým“	Vlivy prostředí, proudění vzduchu	Velká při správné instalaci	Může být značná když nejsou předem uváženy vlivy prostředí
Mikrovlnný detektor pohybu	Plošná ochrana uzavřených prostorů (místnosti, chodby). Může pokrýt velké plochy.	Snadná instalace pro ochranu velkých prostorů. Účinný proti „schovaným“	Pečlivé nastavení, aby se zamezilo detekci mimo požadovanou oblast	Velká při správné instalaci	Může být značná při nesprávném umístění a nastavení
VHF rádiový detektor pohybu	Plošná ochrana uzavřených prostor (místnosti, chodby). Může pokrýt velké plochy	Snadná instalace pro ochranu velkých prostorů. Účinný proti „schovaným“	Pečlivé nastavení, aby se zamezilo detekci mimo požadovanou oblast	Velká při správné instalaci	Může být značná, při nesprávném umístění a nastavení
Pasivní IR detektor pohybu	Plošná ochrana uzavřených prostor (místnosti). Může pokrýt velké plochy	Snadná instalace pro ochranu velkých prostorů. Účinný proti „schovaným“	Může být ovlivněna změnami teplotního prostředí	Velká při správné instalaci	Značná pro pouze přijímací senzory
IR světelné závory	Kontrola průchodu chodbou nebo prostorem	Účinnost proti „schovaným“	Složitější instalace	Malá	Při správné instalaci malá
Kapacitní detektor	Hlavně bodová ochrana sejfů a cenných předmětů	Detekční oblast omezena na určitý objekt	Pouze pro objekty elektricky nezezemněné	Velká při správné instalaci	Malá při správné instalaci
Detektor vibrací	Hlavně bodová ochrana sejfů, atd. Omezeny na obvodovou ochranu při instalaci pro ochranu zdí, stropů	Vyžaduje malou údržbu. Velká spolehlivost při správné aplikaci	Detekuje pouze násilné pokusy o vstup. Jen pro objekty bez vibrací	Velká při správné instalaci	Může být značná, když se neuváží vlivy okolí. Otřesy půdy, doprava, hluk, vlaky

Řada uvedených informací naplatí jen pro popsanou jednotku, ale zcela obecně. Proto je možné je využít i při instalaci podobných zařízení. Závěrem zkušenost, kterou udělali majitelé i velmi drahých zabezpečovacích zařízení: Ani nejlepší zabezpečovací zařízení není nic platné, když je zapomenete zapnout.

ETI's simple projects 1986

Elektronická zbraň?

Otazník v nadpisu není náhodou. Vyjadřuje pochybnost o tom, je-li použitým názvem možné označit ruční generátor vysokého napětí, který může dodávat impulsy o napětí 75 000 V a výkonu až 25 000 W. Elektrické zbraně, jako elektrické pendrekky, se v zahraničí vyrábějí, používají a také popisují. Následující popis zapojení, obvodů a oživení je

třeba chápat spíše jako informaci o řešení podobných zařízení, než návod k realizaci. A to nikoli proto, že by nebylo možné se dostat do situace, kdy bychom takové zařízení potřebovali.

VAROVÁNÍ: Tento přístroj není hračka. Jeho výstup může při neoparném zacházení způsobit značnou bolest, případně úraz elektrickým proudem. Nikdy, opakujeme NIKDY nesmí být použit proti jiné osobě. Mohlo by to být protiprávní. Při případném experimentování zachovávejte nejvyšší opatrnost!

Abychom pochopili nebezpečí, které hrozí, uvědomme si nejprve fyziologické účinky vysokého napětí. Při jeho výboji po povrchu pokožky protéká proud nervovým systémem a způsobuje vzruch jednotlivých buněk a nervových vláken. Způsobuje silné svalové stahy a může způsobit křeče. Při delším působení může trvat deset až patnáct minut, než mozek obnoví kontrolu svalového a nervového systému. Při tom vnímavost jednotlivců na elektrický šok je různá. Může to záležet na jejich věku nebo zdravotním stavu (srdce, epilepsie).

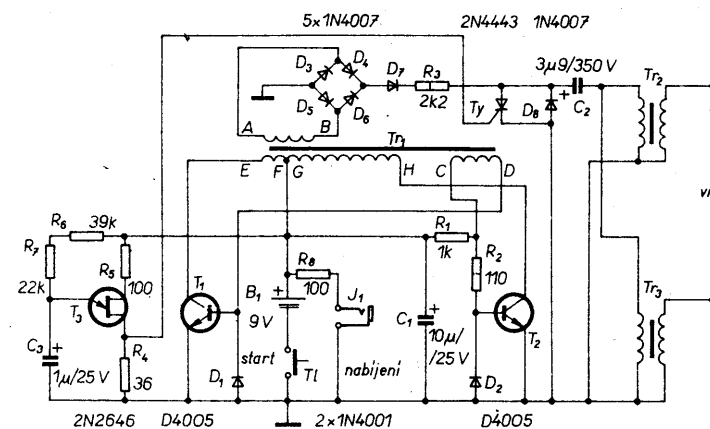
Schéma zapojení je na obr. 8. Je to v podstatě několikastupňový napájecí zdroj, navržený tak, aby následující stupně násobily napětí stupňů předcházejících. Koncový stupeň napájí dva opačně fázované transformátory vn, které produkují extrémně vysoké napěťové impulsy. Pokud se tento popis zdá poněkud známý, je to asi tím, že se používá stejný princip, jako u elektronického zapalování.

První částí obvodu je spínač, který tvoří T_1 , T_2 a primární vinutí transformátoru Tr_1 . Při stisknutí tlačítka Tl (start) rezistor R_1 naruší symetrii obvodu, který začne kmitat. Protože proud do bázi je dodáván vinutím Tr_1 v protifázi, kmity obvodu se udrží. Kmitočet při tom je asi 10 kHz. Na sekundárním vinutí Tr_1 vzniká střídavé napětí 250 až 300 V, to je usměrňováno diodovým můstkem D_3 až D_6 . Kondenzátor C_2 se nabíjí přes diodu D_7 rychlostí, omezenou rezistorem R_3 .

Kondenzátor C_2 ovlivňuje úroveň výstupu. Čím větší je kapacita, tím větší je uložená energie, tím intenzivnější výboj. Kondenzátor s větší kapacitou dává větší jiskry, avšak při nižším opakovacím kmitočtu a naopak. Při experimentování s různými kapacitami kondenzátoru C_2 je výhodné použít základní kapacitu, její dvojnásobek (dva stejné kondenzátory paralelně) nebo polovinu (dva C v sérii).

Tranzistor UJT, T_3 , produkuje impulsy $15 \mu s$ s opakovacím kmitočtem kolem 0,3 Hz. Ten je určován kondenzátorem C_3 a sériovou kombinací R_6 a R_7 . Impulsy spouštějí Ty_1 , který vybíjí C_2 . Tím vzniká v primárním vinutí Tr_2 a Tr_3 impuls. To vyvolá střídavé „rezonanční“ napětí, jehož záporná složka vypne Ty . Při příchodu dalšího impulsu z T_3 se tento cyklus opakuje. Výstup „živých“ konců transformátorů Tr_2 a Tr_3 se přivádí na elektrody, které musí být spolehlivě upevněny ve vzájemné vzdálenosti asi 5 cm a musí být velmi dobře izolovány.

Pro napájení je možné použít baterii, která může dodávat nejméně 7 V při 1 A. Vhodná je baterie NiCd 9 V. S ohledem na rizika, která byla již uvedena, je zřejmé, že přístup ke konstrukci musí být velmi pečlivý. Většina součástek musí být spolehlivě upevněna na desce s plošnými spoji (kromě obou výstupních transformátorů vn). Původní pramen



Obr. 8. Elektronická zbraň

neuvádí údaje použitých transformátorů (Tr_1 –12/400 V, Tr_2 , Tr_3 – 0,4/50 kV, 0,32 joulu) a doporučuje vzhledem k náročnosti zakoupit hotové výrobky. Nezbyývá nic jiného, než přibližný výpočet a experiment.

Při ožiovávání hotového zapojení je třeba znovu zdůraznit opatrnost. Po stisknutí tlačítka naměřte na diodovém můstku stejnosměrné napětí 400 V. Pokud tomu tak není, připojte osciloskop na kolektor T_1 nebo T_2 . Tam by mělo být napětí pravouhlého průběhu o periodě asi 100 μs . Rezistorem R_6 je možné nastavit rychlost nabíjení C_3 , R_3 řídí rychlost nabíjení C_2 . Odpor R_3 se může pohybovat v rozmezí 2,2 až 4,7 k Ω . Když obvod pracuje normálně, zkontrolujte, jestli se na desce někde neobjevuje jiskření.

Přeskoky mezi elektrodami této „zbraně“ dělají velký dojem. Jiskra je velmi dobře viditelná a je provázena dobře slyšitelným prasknutím. Rozhodně to však není hračka. Nesmí se dostat do ruky nikomu nepovolenému. Měla by být ukládána bez baterie. Nezapomeňte: opatrnost matka moudrosti:

Radio Electronics, srpen 1986

Teploměr s platinovým čidlem Pt 100

Pro měření teploty se používá celá řada čidel, která jsou vhodná pro nejrůznější oblasti použití. Některé teploměry (jako lékařské) jsou určeny pro přesná měření v úzkém rozsahu teplot. Např. pro měření teploty v mrazničce nebo v elektrické troubě je však třeba použít teploměr pro širší měřicí rozsah, který může používat čidlo, jehož údaj se dálkově vyhodnocuje.

Teplotní čidla je možné v zásadě rozdělit na aktivní a pasívní. Aktivní senzory dodávají pod vlivem teploty teplotně závislé napětí. Jejich nedostatek spočívá v tom, že mohou měřit jen teplotní rozdíly, proto se musí užívat místa referenční teploty. Jsou také dosti nelineární, již v rozsahu od 0 do 100 °C může odchylka dosáhnout až 2 stupňů. Vzhledem k malým rozměrům, sortimentu provedení, možnosti použití až do 1500 °C a cenové výhodnosti se používají převážně průmyslově.

Odporové teploměry používají pasívní senzory. Při tom se využívá změny elektrického odporu kovových a polovodičových materiálů. Na rozdíl od aktivních senzorů se musí do pasívních čidel přivádět pomocná energie. Změny odporu jsou dány použitým materiálem, např. u kovů jsou v širokých rozsazích téměř lineární. Platinové senzory se

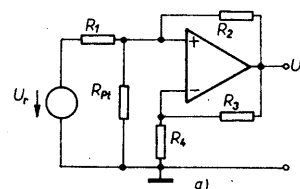
vyrábějí v řadě různých provedení, včetně miniaturních pro bodová měření. Jejich vlastnosti jsou předepsány jednotně normou DIN IEC 751. Tak střední teplotní koeficient α musí být $3,85 \times 10^{-3} / ^\circ C$. Pro platinové rezistory, které mají při 0 °C odpor přesně 100,00 Ω (Pt 100) se uvádějí rovnice, z nichž je možné spočítat základní údaje. Chování těchto čidel je velmi přesně definováno, mimo jiné DIN IEC 751 omezuje měřicí proud na 10 mA při 100 Ω , aby nevznikala chyba vlivem ohřevu tímto proudem (viz AR B4/86).

Protože se citlivost (strmost) senzoru Pt 100 s rostoucí teplotou zmenšuje, je třeba pro dosažení maximální přesnosti linearizovat obvod použitím zesilovače, který citlivost vyrovná. Bez matematického odvozování uveďme, že tuto funkci může splnit zpětnovazební zesilovač podle obrázku 9a. Při výpočtu odporu rezistorů R_1 až R_4 se používá metoda bodu obratu, to znamená, že se požaduje, aby v rozsahu měření procházela odchylka od lineárního průběhu nulou a měnilo se její znaménko. Odporů zjištěné pro rezistory s kovovou vrstvou v řadě E96, s tolerancí 1 %:

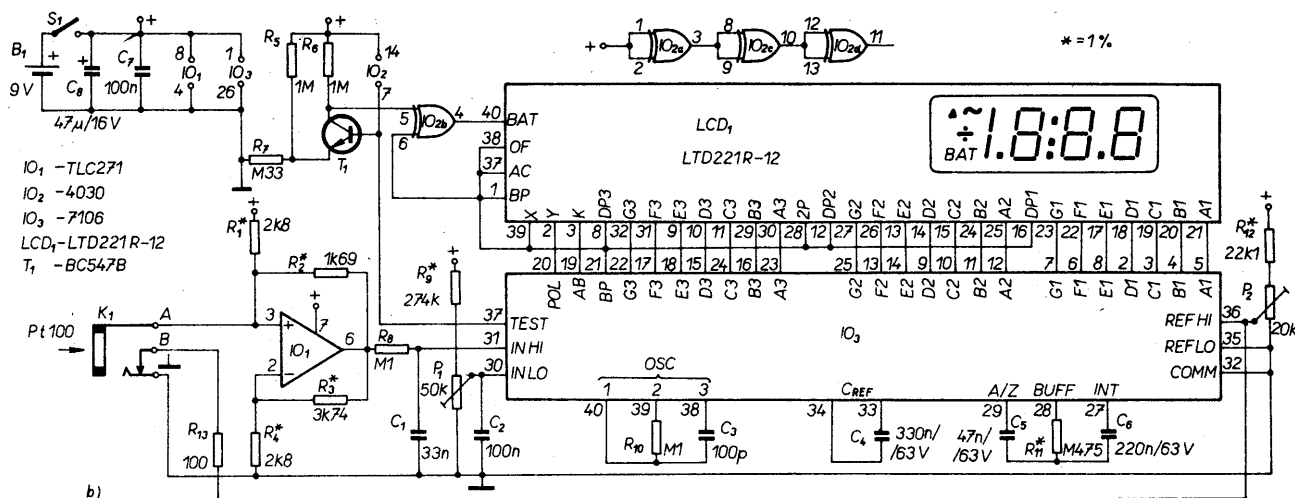
$R_1 = 2800 \Omega$,
 $R_2 = 1690 \Omega$,
 $R_3 = 3740 \Omega$ a
 $R_4 = 2800 \Omega$ při $U_r = 2,8 V$.

Při těchto odporech je bod obratu při teplotě 383,5 °C, vypočtená odchylka v teplotním rozsahu mezi –100 °C a + 1000 °C není v žádném místě větší než 0,6 %. V celém rozsahu se pak dosahuje střední chyby pouze 0,37 %. Výstupní napětí tohoto lineárního zapojení se zvětšuje o 1 mV na stupeň Celsia.

Úplné zapojení je na obr. 9b. V hrubých rysech se skládá z převodníku odpor/napětí s následující indikací napětí standardním digitálním voltmetrem LCD 7106. Referenční napětí se odebrá z obvodu 7106. To je poměrně jednoduché, protože na vývodu COMM (vývod 32) je vždy napětí asi o 2,8 V menší, než je kladné napájecí napětí. Protože se však COMM používá jako bod kostry,



Obr. 9a. Zpětnovazební zesilovač



Obr. 9b. Teploměr s PT 100

používá se pro generování referenčního napětí R_1 . Výstupní napětí linearizačního obvodu se přes dolní propust (R_8 , C_1) přivádí na vstup IN HI obvodu 7106. Tento filtr odstraní případná rušivá napětí, která by mohla do zapojení proniknout po měřicím vedení senzoru Pt 100. Několikaotáčkovým odporovým trimrem P_1 je možné nastavit na vstupu IN LOW napětí offsetu. Tento offset musí při teplotě 0 °C souhlasit s výstupním napětím IO_1 , tj. asi 0,24 V. Tímto způsobem se pomocí P_1 nastaví nulový bod DVM a kromě toho se automaticky vyrovná offsetové napětí IO_1 .

Druhým odporovým trimrem P_2 se určuje číselná linearita, který se nastavuje při 100 °C. Když se senzor Pt 100 odpojí z konektoru K_1 , je běžec P_2 přes rezistor R_{13} připojen na kostku. Na displeji se zobrazí indikace přepnutí. Další komfort zajišťuje tranzistor T_1 a hradlo obvodu 4030. Při napětí baterie menším než 7,6 V se na displeji aktivuje indikace malého napětí. Zbývající zapojení digitálního voltmetru je standardní.

Konstrukční provedení není kritické. Pečlivost provedení a výběr součástek však musí odpovídat tomu, že jde o poměrně velmi přesný měřicí přístroj. Důležité je ovšem nastavení přístroje. Trimr P_1 se nastavuje při 0 °C. K tomu potřebujeme plastický kelímkem o obsahu asi 0,5 litru, který naplníme vodou a hrstí ledových kostek z lednice. Dobře zamíchat, nechat led asi z poloviny roztát, čidlo Pt 100 ponořit do vody, chvíli počkat, a nastavit indikaci na nulu.

Druhý měřicí bod se nastavuje trimrem P_2 ve vařící vodě. Čistá voda vře při 1013 hPa dosti přesně při 100 °C. Když se použije destilovaná voda, záleží jen na tlaku vzduchu. Podle vzorce

$$t_p = 100 + 0,0277 (p - 1013) [^{\circ}\text{C}]$$

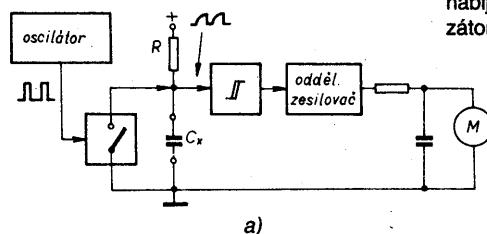
se dá s dobrým přiblížením zjistit teplota vroucí vody při známém tlaku vzduchu p v hektopaskalech. Současný tlak vzduchu zjistíte nejlépe v Komořanech. Ale pozor: oficiální tlak vzduchu je vztažen k hladině moře. Na 8 m výšky stanoviště je nutné odečíst 1 hPa jako místní korekci. Pak pečlivě vložte měřicí sondu do vroucí vody a nastavte potenciometrem P_2 vypočítanou teplotu.

Na nastavení závisí přesnost indikace. Podle možnosti je vhodné porovnat údaje teploměru Pt 100 s jiným přesným teplomě-

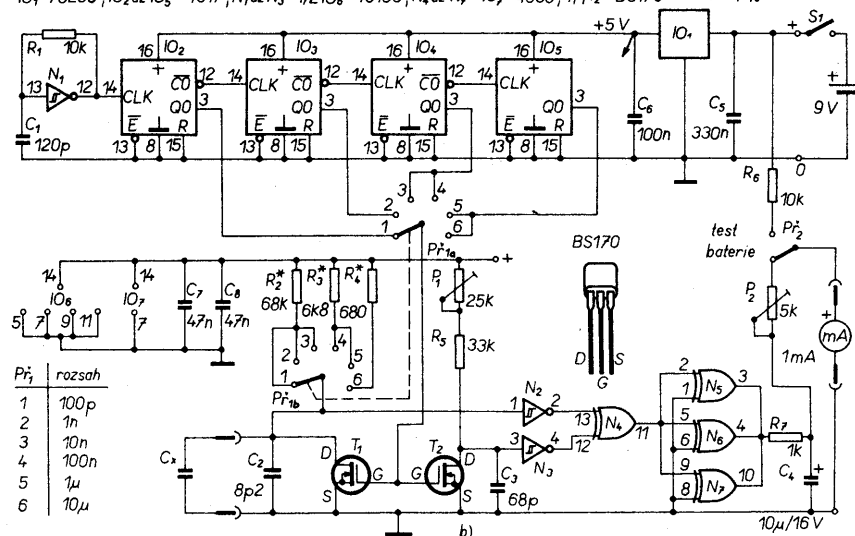
rem. Popsaným teploměrem lze měřit teplotu v rozsahu od -100 °C do +1000 °C, pokud používáme vhodné čidlo. Vždy je třeba také respektovat dovolený teplotní rozsah použití čidla, aby se nepoškodilo.

Technická data hotového přístroje
Rozsah měření: -100 °C až +1000 °C.
Rozlišovací schopnost: ± 1 °C.
Střední odchylka linearity: 0,367 %.
Indikace malého napětí: při U_b menším než 7,6 V.
Indikace přepnutí: není připojeno čidlo Pt 100.
Napájení: destičková baterie 9 V.
Spotřeba: 2 mA.

Elektr 11/1990



IO_1 - 78L05, IO_2 až IO_5 - 4017, N_1 až N_3 - 1/2 IO_6 - 40106, N_4 až N_7 - IO_7 - 4030, T_1 , T_2 - BS170



Obr. 10. Měřič kapacity: a) blokové schéma, b) schéma zapojení

Měřič kapacity

Původním záměrem při vývoji tohoto obvodu bylo navrhnout doplněk k multimetru, který by umožnil jednoduše měřit kapacitu kondenzátorů v běžné praxi. Pak byl však obvod doplněn o možnost připojit ručkové měřidlo, takže může být postaven i jako samostatný přístroj napájený z baterie (spotřeba asi 6 mA). Použitý princip měření je jednoduchý: měří se čas nabití kondenzátoru na určité napětí. Tento čas se převede na napětí, které odpovídá kapacitě kondenzátoru. Výsledek se čte na ručkovém měřidle.

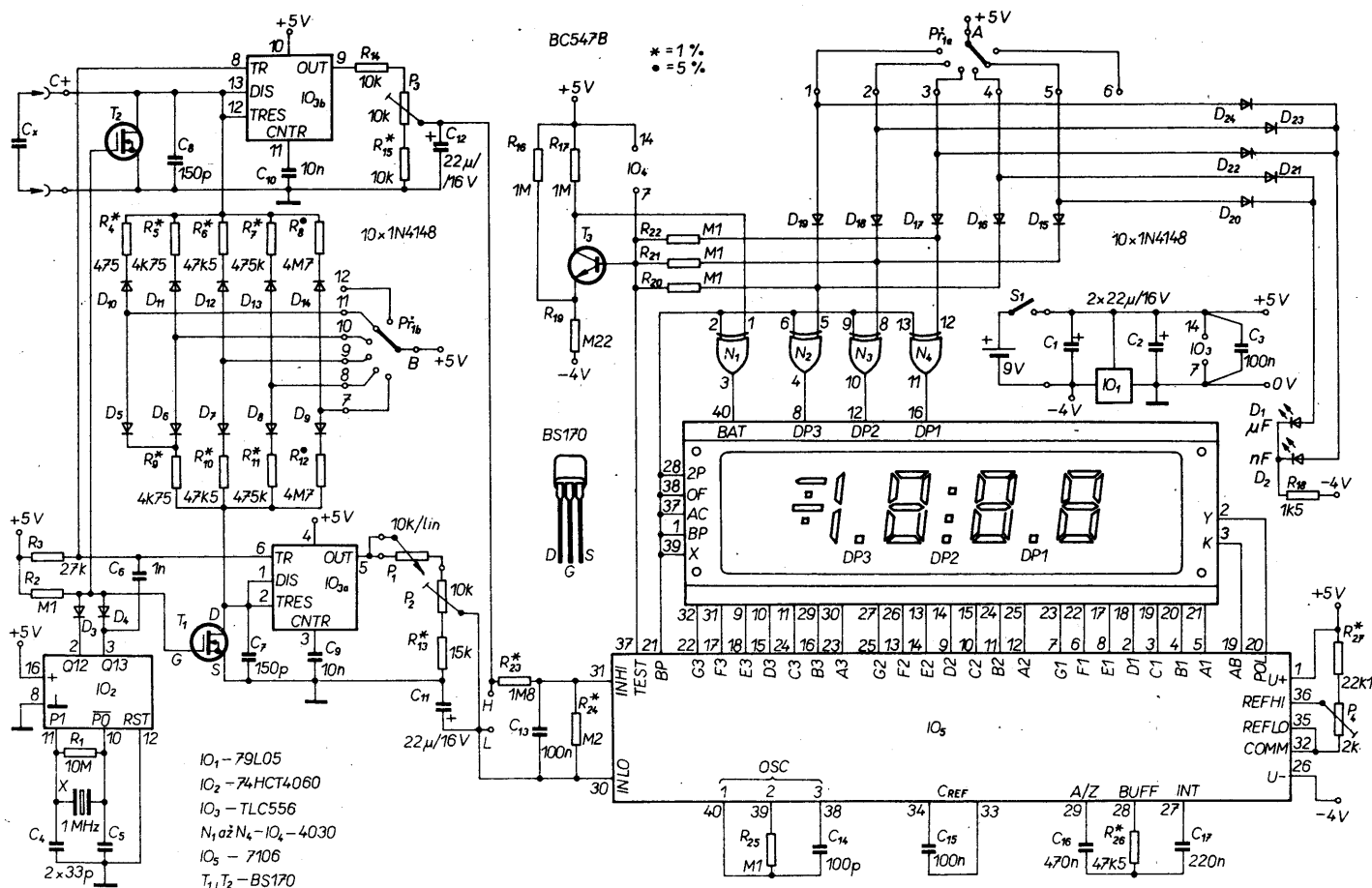
Blokové schéma zapojení je na obr. 10a. Protože jednorázové nabití a měření se obtížně vyhodnocuje – při měření se napětí na kondenzátoru zmenší – používá se opakované nabití a vybíjení. Kondenzátor C_x se nabíjí před rezistor R . Paralelně ke kondenzátoru je zapojen elektronický spínač, řízený

Taktovací signál generuje N_1 . Dekadické čítače IO_2 až IO_5 kmitočet signálu dělí pro různé měřicí rozsahy. Na jejich výstupu je signál s klíčovacím poměrem 1:9. Během impulsu se C_x vybíjí elektronickým spínacem T_1 . V přestávce mezi impulsy se C_x nabíjí přes jeden z rezistorů R_2, R_3, R_4 . Přepínačem $Př_1$, který přepíná taktovací kmitočty a nabíjecí rezistor, se přepínají rozsahy měření v šesti stupních od 100 pF do 10 μF . Obvod N_2 pracuje jako invertující Schmittův klopný obvod ovládaný signálem z C_x , jehož výstupní signál je dále tvarován obvody N_5, N_6, N_7 integrovan obvodem R_7 , C_4 a přes potenciometr P_2 je přiváděn na výstup. Na tento výstup je možné připojit multimetr s rozsahem 1 mA. V principu by bylo možné použít jak analogový, tak i digitální multimetr. U digitálního přístroje by však na vyšších rozsazích byla indikace poněkud nestabilní (vzhledem k nízkému kmitočtu měření).

Elektor 6/1986

Princip měření je podobný jako v předcházejícím měřiči kapacity. Blokové schéma popisovaného obvodu je tak jednoduché, že pro popis základní funkce není ani nakresleno. Výchozím obvodem je časová základna, řízená krystalem, jejíž výstupní impuls

Na výstupu IO_{3b} je k dispozici signál o určitém klíčovacím poměru T_x/T , jehož střední hodnota dává informaci o kapacitě C_v . Inte-



grační kondenzátor C_{12} se nabíjí přes napěťový dělič R_{14} , P_3 a R_{15} . Potud jsou jasné základní funkce obvodu. Kromě toho je třeba ještě upozornit na některé další prvky a jejich funkci. Paralelně k C_x je zapojen kondenzátor C_8 o kapacitě 150 pF. Vyžádala si to skutečnost, že obvod 556 se s velmi malou kapacitou obvodu RC spouštět nedá. Kondenzátor C_8 je však měřen společně s C_x – tento stav se kompenzuje téměř identickým zapojením s IO_{3a} . Vybíjení měřeného kondenzátoru před začátkem nového měřicího cyklu se zajišťuje v jeho posledních 4 ms pomocí T_2 . Ten je řízen logickým součinem výstupů Q12 a Q13, realizovaným diodami D_3 a D_4 . Chyba měření, kterou způsobuje T_2 , je kompenzována jeho protějškem v kompenzační větvi IO_{3a} .

Zde by mohl popis zapojení končit, kdybychom přístroj chtěli používat jen jako doplněk pro digitální multimetr. Pro možnost samostatného použití však byl digitální voltmetr vestavěn. Jde o známý převodník A/D 7106 s 3 1/2 místným LCD. Zapojení je známé, desetinné tečky jsou přepínány přepínačem P_{r1a} , přes D_{15} až D_{19} a N_1 až N_4 . Diody D_{20} až D_{24} zajišťují rozsvícení příslušné LED rozsahu, D_1 nebo D_2 .

Určitá zvláštnost je v obvodu stabilizace napětí. Do „záporného“ přívodu baterie je vložen IO_1 , jehož výstup určuje napětí na kostře zapojení. Tím se dosahuje stabilizovaného napětí +5 V pro napájení a nestabilizovaného pomocného napětí -4 V, které je nutně třeba pro převodník A/D, protože napětí na vývodu 26 (V-) musí být vždy nejméně o 1 V menší než napětí na IN HI.

Zapojení kolem T_3 určuje aktivování indikace malého napětí baterie. Při uvedených hodnotách ($R_{19} = 220$ k Ω) reaguje asi od 8 V; při zmenšení odporu rezistoru se zmenší i prahové napětí.

Konstrukce přístroje (a jeho nastavení) je poměrně jednoduchá. Při návrhu desky s plošnými spoji v případě, že chceme zhotovit jen doplněk pro digitální multimetr, končíme v bodech L a H. Určité potíže mohou vzniknout s opatřením přesných rezistorů 1 %, zvláště s velkými odpory. Pak nezbyvá než je vybrat ze změřených nebo složit z několika kusů.

Přesnost přístroje závisí z větší části na jakosti rezistorů R_4 až R_{12} a na přesném nastavení. Nejprve si opatříme jako referenční styroflexový kondenzátor 1 % nebo 2 %. Jeho kapacita není rozhodující, měla by však být v nejnižším měřicím rozsahu (např. 1 nF). Na tento rozsah přepneme přístroj přepínačem P_{r1} , P_1 nastavíme do střední polohy, P_2 a P_3 nastavíme na maximum. Připojíme kalibrační kondenzátor a P_4 nastavíme tak, aby displej ukázal správnou kapacitu. Pak se kondenzátor odpojí a P_2 se nastaví na nulovou indikaci. Tento pochod se opakuje tak dlouho, až souhlasí měřená kapacita i nulový bod.

V případě, že se do bodů L a H připojuje digitální voltmetr s rozsahem 2 V, nastavuje se měřená kapacita kalibračního kondenzátoru potenciometrem P_3 (namísto P_4). Postup je v zásadě stejný, je však třeba respektovat, že se nastavení nuly a stupnice vzájemně ovlivňuje. Proto je možné P_1 , který má také vliv na stupnici, nahradit rezistorem 5,11 k Ω s tolerancí 1 %.

Elektor 2/1990

Miliohmometr

Zkušenosti s měřením nejmenších odporů při použití multimetrů nejsou vždy nejlepší. Potřeba takových měření (například přechodových odporů nebo odporu sběrnice) je nesporná. Zapojení jednoúčelového přístroje s šesti rozsahy se speciálním čtyřbodovým impulsním měřením od 100 m Ω až do 5 Ω může být cenným podnětem pro doplnění měřicího parku. Přístroj umožní reprodukovatelná měření odporů až kolem 0,002 Ω . Zahnuje i obvod detektoru chyb, který dohlíží na správné podmínky měření. Přes všechny klady má však přece jen jeden nedostatek: impulsní měření přirozeně není vhodné pro měření odporů se značnými indukčními nebo kapacitními složkami.

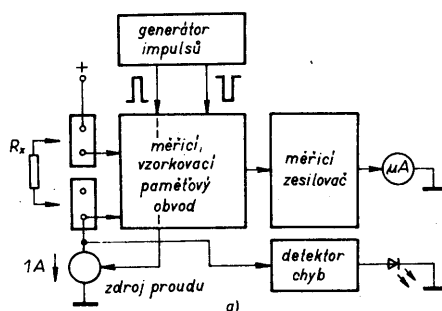
Pro seznámení s komplikovanou metodou měření je nejvhodnější začít blokovým schématem, které je na obr. 12a. Tři nejdůležitější funkční části tohoto měřicího přístroje jsou impulsní generátor, měřicí vzorkovací paměťový obvod a měřicí zesilovač. Zapojení doplňuje obvod výběru rozsahu měření s měřicím zesilovačem pro citlivější rozsahy měření, detektor chyb, indikace měření chyb. Impulsní generátor je srdcem celého měřicího zapojení. Jeho taktovací signály řídí vlastní měření (úbytek napětí na měřeném odporu), proudový zdroj (impulsní měřicí proud) a funkci vzorkování a ukládání do paměti

(převzetí měřeného údaje). V průběhu měření chybový detektor stále kontroluje, je-li dodáván správný proud pro měření. Při chybě měření (jako např. příliš malý proud nebo vadný kontakt na měřeném objektu) se rozsvítí LED detekce chyb. Na měřicích rozsazích pod 1 Ω se naměřený údaj uložený v paměti zesílí desetkrát a předává do indikačního obvodu. Ostatní rozsahy pracují se zesílením 1.

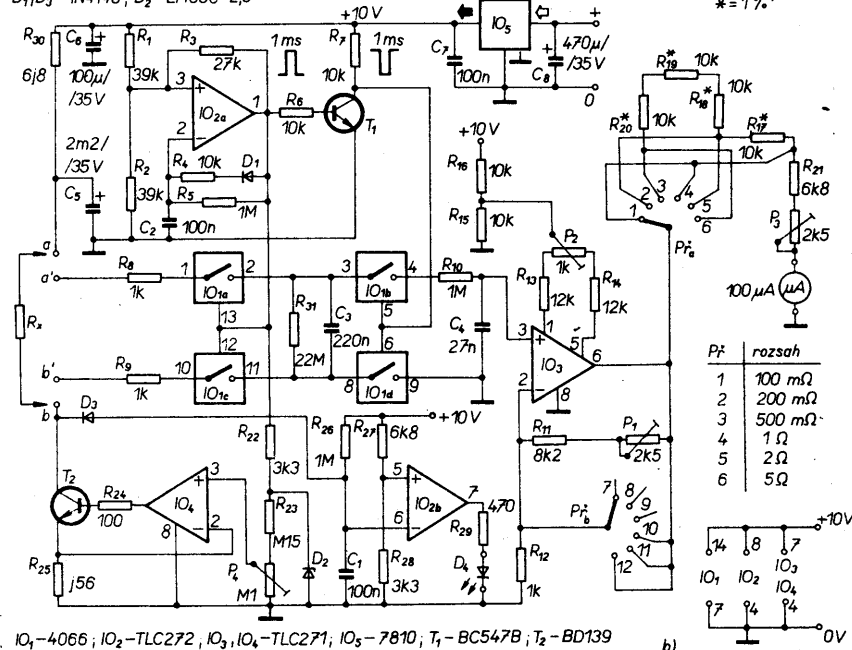
Popsané blokové schéma usnadní orientaci v podrobném schématu zapojení, které je na obr. 12b. Nejprve popíšeme impulsní generátor. Operační zesilovač IO_2 je zapojen jako Schmittův klopný obvod. Na invertujícím vstupu se vybíjí kondenzátor C_2 přes rezistor R_5 . Dioda D_1 a rezistor R_4 „pomáhají“ při nabíjení C_2 , takže při uvedených hodnotách je na výstupu IO_{2a} k dispozici asi 1 ms dlouhý kladný impuls. Kladný impuls je invertován tranzistorem T_1 . Protože jde o relativní měření, není absolutní délka impulsu tak důležitá.

Oba generované impulsy se přivádějí na měřicí vzorkovací a paměťový obvod (kolem IO_1 ve středu schématu). Kromě elektronických spínačů zde mají zvláštní význam oba kondenzátory C_3 a C_4 . Když je na vývodech 12 a 13 IO_{1c} a IO_{1a} taktovací impuls, sepnou se kontakty, přivedou úbytek napětí na měřeném objektu přes ochranné rezistory R_8 a R_9 na kondenzátor C_3 , kde je uložen. Současně je totiž invertovaný taktovací signál přiveden na vývody 5 a 6 (IO_{1b} a IO_{1d}), který tyto elektronické spínače rozpojí.

Po skončení taktovacího impulsu se rozpojí spínače IO_{1a} a IO_{1c} , zatímco IO_{1b} a IO_{1d} se sepnou. Náboj uložený v kondenzátoru C_3 se převede do C_4 a odtud na neinvertující vstup měřicího zesilovače. Rezistor R_{10} slouží k vyrovnávání malých rozdílů spínacích časů elektronických spínačů v průběhu fáze spínání a vypínání. Při začátku následujícího měřicího cyklu (asi po 100 ms) je C_4 spínači opět izolován (hold), proces měření se opakuje.



$D_{11}, D_{13} - 1N4148$; $D_2 - LM336 - 2,5$



Obr. 12. Miliohmometr: a) blokové zapojení, b) schéma zapojení

Měřicí zesilovač kolem IO_3 má stanoveno zesílení volbou rozsahu měření přepínačem P_1 . V polohách přepínače 10, 11 a 12 (P_1b) je rezistor R_{11} a odporový trimr P_1 zkratován, takže zesílení je jedna. Ostatní rozsahy měření (100 mΩ až 500 mΩ) pracují se zesílením deset. Výstup měřicího zesilovače je přiváděn přes přepínač P_1a a rezistory R_{17} až R_{20} na ručkové měřidlo. Kromě použití rezistorů v toleranci 1 % závisí výsledek i na jakosti tohoto měřidla.

Podobně jako vzorkovací a paměťový obvod je proudový zdroj (IO_4) řízen impulsním generátorem. Taktovací impuls generuje přes rezistor R_{23} referenční napětí 2,5 V. Referenční zdroj, kreslený ve schématu jako dioda Zenerova typu, D_2 , obsahuje několik vnitřních kompenzačních mechanismů a je proto velmi přesný. Část referenčního napětí řídí neinvertní vstup IO_4 . Tento obvod porovnává referenční napětí s úbytkem napětí na rezistoru R_{25} (0,56 Ω) na invertujícím vstupu. „Pootevřít“ tranzistor T_2 , když je referenční napětí větší než porovnávané napětí. Referenční napětí však může vznikat potud, pokud je na referenčním zdroji přiloženo napětí impulsu z impulsního generátoru. Během doby zotavení (asi 100 ms) se proto tranzistor T_2 automaticky zavírá. Současně se přes rezistor R_{30} nabíjí elektrolytický kondenzátor C_5 . Při následujícím měřicím impulsu může objektem měření opět protékat proud, nastavený přesně na 1 A.

Detektor chyb (kolem obvodu IO_{2b}) je diodou D_3 aktivován, když se kolektorové napětí tranzistoru T_2 zmenší pod 4 V. Úroveň aktivace určuje dělič napětí R_{27} , R_{28} na invertujícím vstupu. Při praktické aplikaci má dioda LED D_4 blikat. Když tranzistor T_2 nemůže dodat proud 1 A nebo je odpor R_x příliš velký (větší než 5 Ω), je takový stav indikován LED indikátoru chyby, kondenzátor C_1 se nikdy dostatečně nenabije přes R_{26} , D_4 trvale svítí.

Konstrukce a provedení přístroje musí odpovídat tomu, že jde o přesný měřicí přístroj, který v tomto směru nepřipouští žádné improvizace a vyžaduje proto skutečně potřebnou pečlivost. Totéž platí pro jeho nastavení a zkoušky. Po pečlivé kontrole zapojení na desce s plošnými spoji nastavte všechny trimry do střední polohy. Nejdříve je třeba nastavit offset měřicího zesilovače. K tomu je nutné zkratovat měřicí okruh, nejlépe připojením přívodních měřicích kabelů na kus zapojovacího drátu těsně vedle sebe v pořadí a, a', b', b. Přívody a, b jsou určeny pro přívod proudu, na a', b' se snímá úbytek napětí. Přepínačem rozsahu se nastaví nejcitlivější rozsah. Nyní nastavujte trimr P_2 ve směru, ve kterém se dosáhne maximální výchylky. Pak otáčejte běžcem pomalu zpět, až do bodu 0, kde se údaj přístroje již nemění. Dále již nepokračujte, jinak dosáhnete negativního offsetu!

Pak se přepínačem rozsahů P_1 zvolí rozsah 1 Ω. Nyní je třeba na měřicí svorky připojit přesný rezistor 1 Ω. Čím přesnější bude jeho odpor, tím přesněji bude miliohm-metr měřit. Opatřit si „cejchovací“ rezistor nemusí být právě jednoduché, je však možné pomoci si odporovým drátem, nejlépe 0,5 Ω/metr. Pak přesně 200 cm drátu připojíme k bodům a' a b'. Přívody a a b mohou být připojeny v poněkud větší vzdálenosti.

Vždy je důležitý odpor, zapojený mezi body a' a b', protože ten se měří. Pro druhé nastavení budeme potřebovat rezistor 0,333 Ω. Pro dosažení stejné přesnosti použijeme tři kusy stejného odporového drátu jako v prvním případě, zapojené paralelně.

Připojíme nyní rezistor 1 Ω. Po připojení impulsních kabelů začne měření probíhat automaticky. Odporovým trimrem P_4 se nastaví amplituda měřicího impulsu na přesně 1 V (měřit osciloskopem!), pak se trimrem P_3 nastaví indikace na plnou výchylku (1 Ω). Dále se rezistor 1 Ω nahradí měřicím rezistorem 0,33 Ω a nastaví se správná výchylka přístroje potenciometrem P_1 (přepínač P_1 v poloze 0,5 Ω).

Elektr 9/1990

Univerzální barometr/výškoměr s digitální indikací

Popisované zapojení představuje tři přístroje v jednom: tlakoměr, barometr a výškoměr. Je to dáno tím, že tlak vzduchu klesá s rostoucí výškou, proto je možné stupnici barometru ocejchovat také v metrech. Je to zřejmě jednoduché. Při podrobnějším seznámení s trochou teorie však zjistíme, že existují jistá omezení, která ovlivňují přesnost měření výšky. Tlak vzduchu, jak všichni víme, je veličina proměnná s časem, místem a podléhá vlivům teploty, vlhkosti, počasí atd. Přesto je např. měření výšky v letecké dopravě založeno na barometrickém měření. Umožňuje to mezinárodní dohoda o standardní atmosféře, pro kterou se cejchují všechny výškoměry, a to, že se respektují možné praktické odchylky.

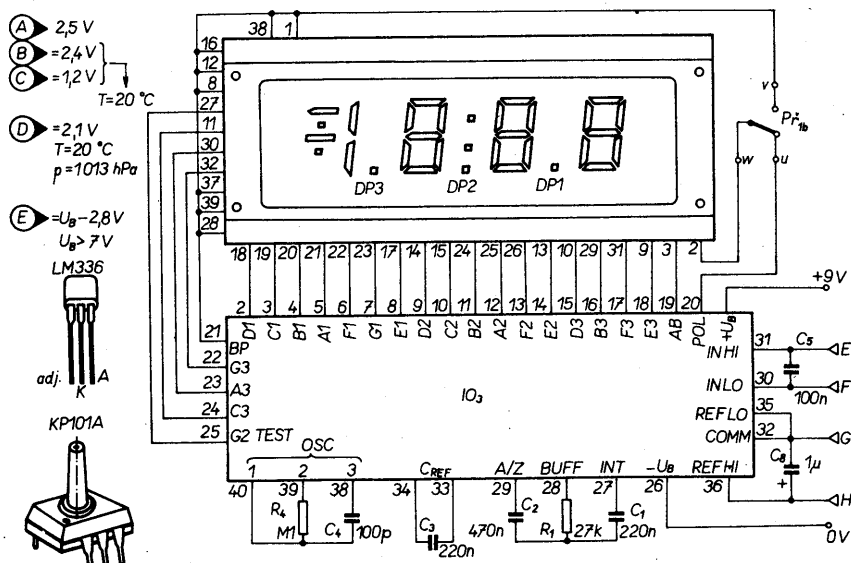
Podívejme se však podrobněji na to, co vlastně konstrukci takového přístroje umožní, na vlastní tlakové čidlo. V tomto případě se používá čidlo řady KP100 Valvo, které má na pouzdru DIL upevněnou trubičku pro připojení měřeného tlaku hadičkou. Funkce tohoto senzoru je založena na piezorezistivním jevu: odpor kovu nebo polovodiče závisí na mechanickém napětí v materiálu. Již delší dobu se používají denzitometrické prvky, u křemíku je tento jev vyjádřen ještě důrazněji. Čtyři takové piezorezistivní rezistory jsou na tenké křemíkové destičce, která uzavírá jako membrána malou vakuovou komůrku. Deformace této membrány tlakem mění odpor čtyř rezistorů, zapojených do Wheatstoneova můstku a tím také můstkové napě-

tí. Čidlo KP100A dodává při napájecím napětí 7,5 V a teplotě 25 °C napětí 13 mV/hPa. Výrobní nesymetrie můstku způsobuje značná offsetová napětí, která musí být vyrovnána použitím zapojením měřicího obvodu. Teplotní závislost mění také citlivost můstku. To vyrovnává kompenzační zapojení, umístěné přímo v senzoru.

Zapojení obvodu tvoří v podstatě velmi citlivý diferenční měřicí zesilovač s malým driftem a dvojí kompenzací offsetu: jednak pro samotné čidlo, jednak pro nastavení výšky, případně referenčního tlaku (nastavení nulového bodu). Dále se počítá s nastavením zesílení pro přizpůsobení citlivosti senzoru, včetně přepínání indikace tlaku a výšky. Celý obvod, jehož schéma je na obr. 13, je doplněn ještě o další teplotní kompenzaci (kromě kompenzace v senzoru) a velmi stabilní regulaci napětí 5 V. Pokud jde o polovodičové součástky, pak je třeba se kromě tlakového čidla a zdroje referenčního napětí zmínit o použitých dvojítech operačních zesilovačích TLC27M2 (TI), které v technologii CMOS vystačí s malým provozním napětím a mají také malý teplotní drift.

Zdroj referenčního napětí: provozní napětí 5 V dodává poněkud složitější stabilizátor napětí, který je sestaven z nastavitelného zdroje referenčního napětí LM336 (2,5 V) a zesilovače ($A_1 + T_1$) se zesílením 2. Proud procházející LM336 je konstantní, protože je odvozen ze stabilizovaného napětí 5 V. Výstup z T_1 , ze kterého je zavedena zpětná vazba do neinvertního vstupu A_1 , zajišťuje, že výstup A_1 nemusí být až na úrovni 5 V. Proto je také možné napájet A_1 (a ostatní operační zesilovače) ze stabilizovaného napětí 5 V, což se příznivě projevuje na stabilitě stejnosměrného nastavení a stálosti případných vstupních offsetových napětí při zmenšujícím se napětí baterie.

V měřicím zapojení tak tlakový senzor dostává pečlivě stabilizované provozní napětí 5 V. Vývody 2 a 3 odporového můstku mají přibližně stejné napětí, rovné polovině napětí můstku, přiloženého na vývod 1. Zesilovat je třeba minimální rozdíl napětí mezi výstupy můstku, několik milivoltů. Pro potlačení souřázového podílu jsou následující zesilovací stupně připojeny k referenčnímu potenciálu, který je odvozen přes R_{14} a R_{15} z napětí můstku, a odděleny zesilovačem A_2 . První diferenční stupeň zesiluje napětí můst-



ku asi sedmnáctkrát a umožňuje pomocí R_{32} , R_{34} a P_6 kompenzovat offset můstku. Kromě toho působí na invertujícím vstupu A_3 také dodatečná teplotní kompenzace přes R_{12} , P_4 a P_3 . Kompenzační signál je také odvozen z teplotně závislého můstkového napětí. Napětí mezi běžcem P_3 a výstupem A_2 se nastaví při určité teplotě (většinou pokojové) trimrem P_3 na 0 V. Při této teplotě je kompenzační signál na běžci P_4 také nulový. Když se např. zvýší teplota, pak se zvětší napětí na můstku (vývod 1 čidla) i výstupní napětí A_2 a potenciometrem P_4 nastavitelné kompenzační napětí. Podle použitého senzoru je možné změnit znaménko kompenzačního napětí (kladné nebo záporné) použitím drátové propojky.

Měřicí signál, konečně oprostěný od offsetu a teplotní závislosti, je mezi vývodem 1 A_2 a vývodem 7 A_3 . Jeho velikost je úměrná tlaku, pro použití ve výškoměru se počítá s možností nastavit referenční tlak (nulová výška) pomocí A_4 a P_7 .

Pro indikaci se používá obvod ICL7106. Činitel stupnice závisí na referenčním napětí, nastaveném pomocí P_1 . Při přepínání z indikace tlaku na indikaci výšky je třeba udělat tři opatření: aktivovat nastavení pro referenční tlak (korekce tlaku), zvětšit činitele stupnice (asi 8,3krát) a invertovat tlakový signál (údaj v metrech se zvětšuje při zmenšování tlaku). První dva úkoly splní přepínač Pf_{1a} . V poloze „tlak“ (funkce barometru) se trimrem P_2 nastavuje rozsah měření tlaku. Invertování měřeného signálu by bylo možné při záměně přívodů 30 a 31 IO_3 . Jde to však jednodušším způsobem – potažením indikace znaménka mínus přepínačem Pf_{1b} . Horní stupnice měřeného tlaku 1200 hPa je určena senzorem. Ten sice měří i větší tlaky, není však zaručena přesnost těchto měření.

Konstrukce přístroje nevyžaduje kromě běžných metod žádná zvláštní opatření. Snad je vhodné upozornit na to, že nejlepší stability se dosahuje, když mají všechny součástky stejnou teplotu. Velká tepelná setrvačnost je také výhodná. Proto je možné vlastní destičku s plošnými spoji v krabici tepelně izolovat, např. obkladem polystyrenovými pěnovými destičkami.

Přístroj je třeba nastavovat pečlivě. Když nemáme referenční výškoměr, potřebujeme alespoň digitální multimetr. Nejprve se nastaví referenční napětí na kolektoru T_1 na přesně 5 V. Při napájecím napětí v rozmezí 6 až 11 V musí toto napětí zůstat konstantní.

Funkci senzoru lze zkontrolovat podle napětí na výstupu A_2 , kde má být při pokojové teplotě 1,2 až 1,3 V. Dále přepneme Pf_1 do polohy „měření výšky“. Přechodně vyřadíme z funkce „externí“ teplotní kompenzaci a nastavíme trimrem P_1 referenční napětí pro IO_3 na 50 mV. Trimrem P_7 se pokusíme nastavit indikaci na nulu. Pokud se to nepodaří, změníme nastavení kompenzace offsetu senzoru trimrem P_6 . Pro další nastavování musíme improvizovat tlak 200 hPa pomocí vodního sloupce o výšce 2 m, což odpovídá změně výšky o 1832 m. Nastavovacím prvkem je P_1 , pak je třeba zkontrolovat referenční napětí. Pokud se zmenšilo pod 35 mV, pak je třeba zvětšit zesílení např. zmenšením R_5 a R_6 na 22 k Ω .

Po přepnutí na funkci barometru se opakuje nastavení na zvýšení o 200 hPa při vodním sloupci 2 m trimrem P_2 . Po tomto nastavení zbývá nastavit offset. V režimu barometru se nastaví trimrem P_6 přístroj na současný barometrický tlak.

Používáme-li zařízení jako barometr v obývacím pokoji, doporučuje se napájet přístroj ze síťového zdroje, protože při spotřebě 5 až 6 mA vystačí malá baterie asi na 50 až 100 hodin. Závěrem ještě poznámka k používání korekce tlaku v režimu výškoměru (P_7): Pro měření rozdílu výšky výchozího a cílového místa se ve výchozím bodě nastaví potenciometrem P_7 nula. Pro měření výšky nad mořem se výškoměr nastaví tak, aby ve výchozím místě ukazoval místní výšku, zjištěnou např. z mapy.

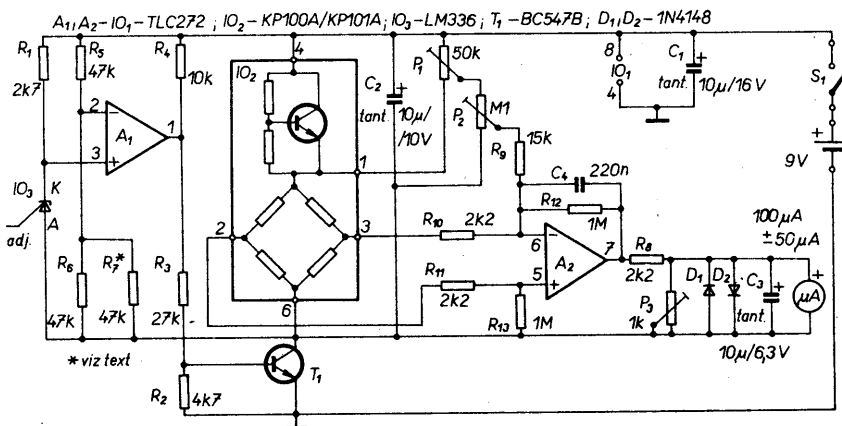
Elektor 11/1986

Elektronický barometr

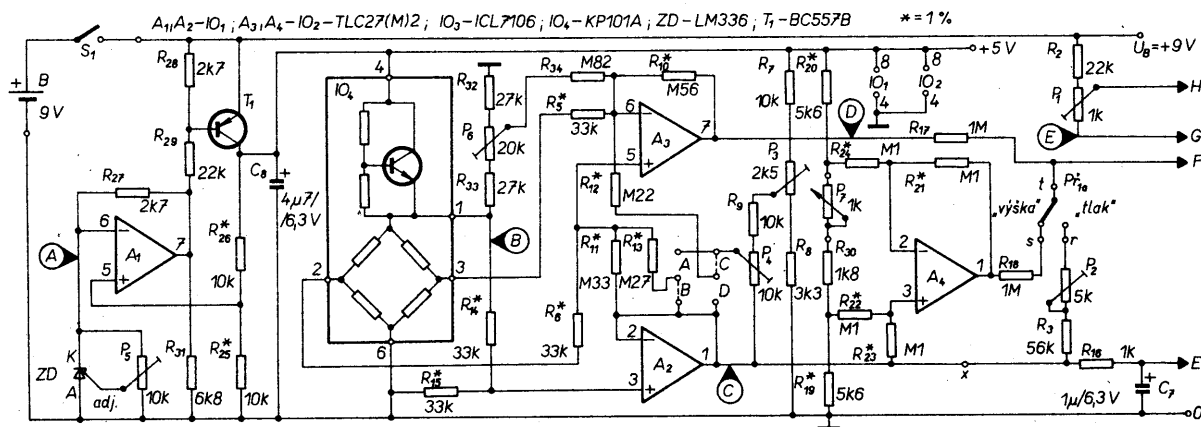
Na rozdíl od předcházejícího zapojení je zapojení, které bude nyní popsáno, jednodušší variantou, určenou pro použití ručkového měřidla jako indikátoru. Používá stejný senzor a podobné polovodičové součástky a je určeno pouze pro měření tlaku vzduchu. Úplné schéma zapojení je na obr. 14. Operační zesilovač A_1 má na svém výstupu stabilizované napětí 5 V. Diferenční zesilovač A_2 má velmi velké zesílení (450). Kondenzátor C_4 ve zpětnovazební větvi eliminuje rušivé složky a přes R_9 se do invertujícího vstupu zavádí kompenzační napětí. A kompenzovat se musí celá řada vlivů, jak již bylo uvedeno dříve.

Trimr P_1 je zapojen mezi $+U_E$ a vývod 1 senzoru, podle nastavení běžce se mění teplotní závislost (a samozřejmě také velikost) tohoto kompenzačního napětí; P_2 pak určuje, „kolik se přidá“ přes R_9 k měřenému signálu. P_1 je určujícím pro teplotní kompenzaci a P_2 určuje začátek měřícího rozsahu. Na výstupu A_2 je dělič napětí R_8 , P_3 . Nastavení P_3 určuje citlivost indikace. Měřidlo je chráněno diodami D_1 , D_2 proti přetížení, C_3 dále „zkldňuje“ indikaci. Obvod stabilizace napětí je obdobný, jako u předcházejícího přístroje.

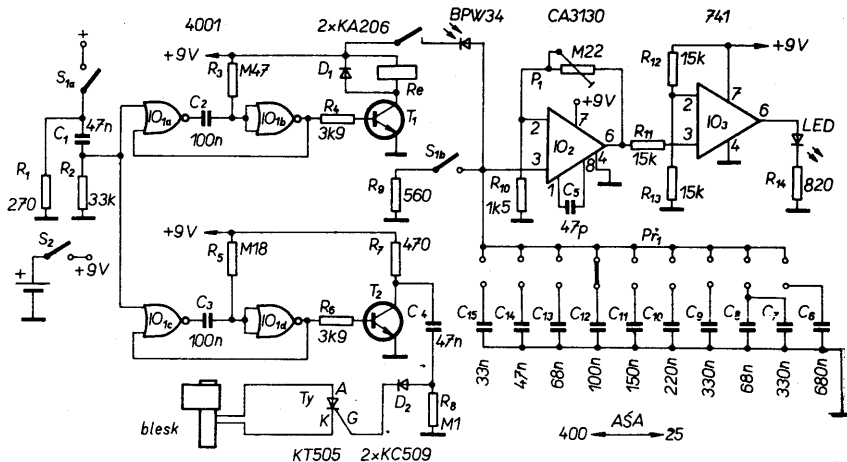
Jednoduchost zapojení a malý počet součástek umožňuje sestavit přístroj na desku s plošnými spoji o základním rozměru, odpovídajícím profilu měřidla. Přístroj tedy může být kompaktní. Postup cejchování je obdobný jako u univerzálního přístroje. Je možné použít i podobnou metodu získání potřebné



Obr. 14. Analogový barometr



Obr. 13. Digitální barometr



Obr. 15. Zábleskový expozimetr

ho tlaku, odvozeného z výšky vodního sloupce.

Kdyby někdo i u tohoto přístroje dával přednost digitální indikaci, je možné ji použít i zde. Základní rozsah měření je od 990 do 1040 hPa.

Elektor 12/1989

Zábleskový expozimetr pro zrcadlovky

Popsaný přístroj umožňuje zjišťovat expozici při používání zábleskového osvětlení s měřením hledáčkem, tedy na matnici jednooké zrcadlovky. Základní oblastí jeho použití je mikrofotografie, tedy oblast, ve které není možné používat pro stanovení expozice směrná čísla, ani computery zábleskových zařízení.

Princip měření je jednoduchý. Čidlo expozimetru se přiloží k okuláru hledáčku fotografického přístroje. Při měření se „odpálí“ záblesk. Když je dodané osvětlení dostatečné, rozsvítí se dioda LED. Na stupnici otočného přepínače se přečte číslo clony. Používá se měření při „plném otvoru“ objektivu. V důsledku toho bude expozimetr oceňován pro jediný objektiv, lépe řečeno pro určitou světelnost. Lze však říci, že bude také nastaven pro určité tělo fotografického přístroje, protože různí výrobci používají různé jasné matnice... Tyto nepřesnosti ovšem nemají praktický význam, protože v rozmezí clon 5,6 až 32 je přesnost měření polovinou clonového stupně.

Jako čidlo se používá fotodiody BPW34 (Siemens). Při aktivaci měření se zapíná na 1/60 s, ve které je obsažen záblesk. Nabíjí kondenzátor, zvolený přepínačem P₁, na určité napětí. Tím dochází k integraci světla, které na čidlo dopadlo v intervalu měření. Je to světlo prostředí plus záblesk, tedy přesně to, co dopadá na film. Toto napětí se přivádí na prahový detektor, který rozsvítí, pokud toto napětí dosáhne potřebné velikosti, indikační diodu LED.

Schéma zapojení je na obr. 15. Obvod je napájen baterií 9 V, stabilizace napájecího napětí je zbytečná. Spínač S₂ slouží pro zapnutí přístroje, spínačem S₁ se přepíná pracovní režim měření/pohotovost. Při přepnutí do polohy měření proudový impuls přes C₁ přepne dva monostabilní klopné

obvody (hradla NOR obvodu IO₁ – 4001). První z nich (R₃, C₂) má dobu trvání 1/60 sekundy, během které tranzistor T₁ sepně malé relé Re, které připojí čidlo k +9 V.

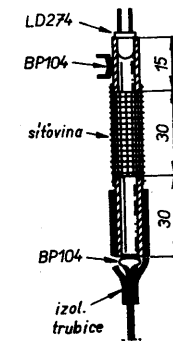
Druhý monostabilní obvod (R₅, C₃) má dobu překlopení jen 1/200 sekundy. Na konci tohoto cyklu cestou T₂, C₄, D₂ a Ty „spustí“ záblesk. Toto zpoždění zaručuje, že k záblesku dojde až po sepnutí kontaktu relé Re. Vodivost čidla je určen proud, kterým se nabíjí jeden z kondenzátorů, zvolených přepínačem P₁ (C₈ až C₁₅). Napětí na kondenzátoru je zesilováno operačním zesilovačem IO₂. Používá se typ CA3130, protože je to jeden z mála typů, které při napájení 9 V mohou zesilovat malá napětí při velmi velkém vstupním odporu (větším než 1000 MΩ).

Když výstupní signál tohoto zesilovače překročí 4,5 V (určeno děličem R₁₂, R₁₃), komparátor IO₃ sepně diodu D₃, která zůstane rozsvícena, protože kondenzátor není vybitý. Když přepneme zpět z polohy „měření“ do polohy „pohotovost“, kondenzátor se vybijí, LED zhasne.

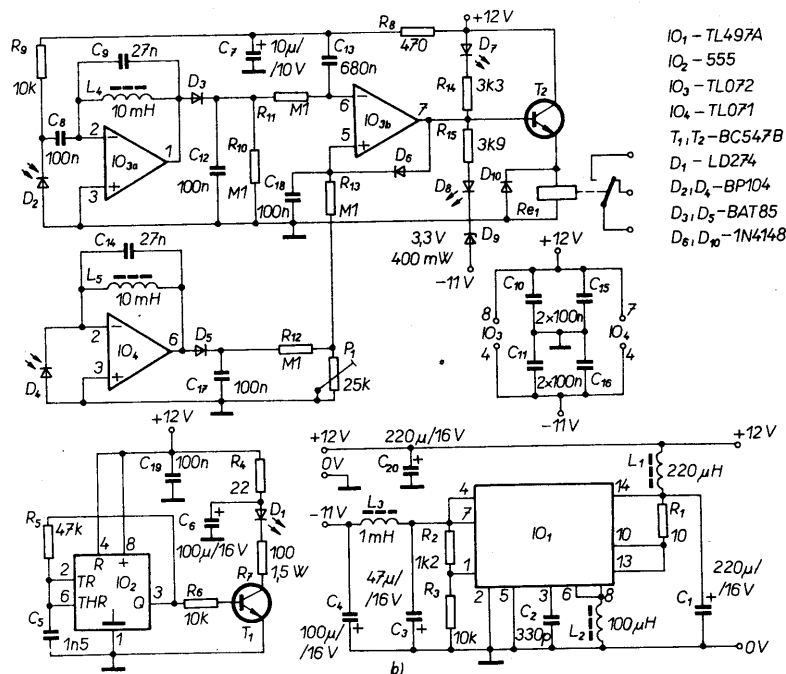
Konstrukce přístroje není náročná. Měřicí přepínač je dvanáctipolový rotační přepínač, kterým se přepínají měřicí kondenzátory. Disk, který se nalepí na spodní část ovládacího knoflíku, se rozdělí na šest dílů,

které ponese označení clonových stupňů 5,6; 8; 11; 16; 22; 32. Pevná stupnice, dělená na 12 dílů, má označení citlivosti filmů v ASA: 25, 32, 50, 70, 100, 150, 200, 300, 400. Knoflík se utáhne v takové poloze, kdy při přepnutí přepínače na doraz proti smyslu hodinových ručiček je proti údaj 25 ASA údaj knoflíku „16“. Přístroj musí být z důvodu stínění v kovovém pouzdrů.

Konečné nastavení začínáme při definovaných podmínkách. Fotografický přístroj postavíme na stativ do přesné vzdálenosti (1 m, 2 m) od stěny neutrální barvy. Zábleskový přístroj je upevněn na fotografickém přístroji, zaměřen na stěnu. Pro film 100 ASA určíme clonu, kterou by bylo třeba použít, na příklad f:11. Tuto clonu není nutné na objektivu nastavit, ale je třeba přístroj zaostřit. Trimmer P₁ nastavíme na minimum. Přepínač nastavíme tak, aby údaje „100 ASA“ a „11“ byly proti sobě. Sepneme S₂, S₁ dáme do polohy „pohotovost“. Synchronizační kabel zábleskového zařízení připojíme k expozimetru. Zapneme a nabijeme zábleskové zařízení. Expozimetr nasadíme na okulár hledáčku. Sepneme S₁ do polohy „měření“, je odpálen záblesk. Když se LED nerozsvítí, zvětšíme poněkud zesílení. Opakujeme, když se LED rozsvítí, otočíme přepínačem o jeden krok tak, aby proti údaj 100 ASA byla mezipoloha mezi 11 a 16. Opakujeme měření, LED se nemá rozsvítit. Pokud se rozsvítí, je zesílení větší než má být. Mírně je zmenšíme tak, aby se LED rozsvítila při kombinaci „100 ASA“ – „11“, ale nerozsvítila při 100



Obr. 16. Detektor kouře



IO₁ – TL497A
IO₂ – 555
IO₃ – TL072
IO₄ – TL071
T₁, T₂ – BC547B
D₁ – LD274
D₂, D₄ – BP104
D₃, D₅ – BAT85
D₆, D₈ – 1N4148

ASA a mezipolozce mezi 11 a 16. Tím je nastavení skončeno a platí perfektně i pro makrofotografii.

Praktické použití je jednoduché. Začneme s přepínačem v krajní levé poloze. Měříme při postupném otáčení přepínače vždy o jeden krok doprava. Když se rozsvítí dioda LED, přečteme číslo clony, kterou je třeba pro určitou citlivost filmu nastavit.

Electronique pratique č. 100

Optický detektor kouře

Profesionální detektory kouře využívají často čidel, která obsahují radioaktivní látky. Navržené optické řešení s infračervenou závorou zaručeně negeneruje žádné ionizující záření, lze je jednoduše a levně realizovat a jeho citlivost je překvapující.

Čidlo detektoru je na obr. 16a. Jde o 65 mm dlouhou trubičku z umaplexu o malém průměru. Na její čelní straně je umístěna infračervená vysílací dioda a na protilehlé straně je upevněna příslušná infračervená přijímací dioda. Trubička je opatřena podélnou štěrbínou o délce 30 mm, kterou do čidla může vniknout kouř, a která je před vniknutím hmyzu chráněna jemným drátěným pletivem (síťka proti mouchám). Konečně v bezprostřední blízkosti vysílací diody je umístěna další přijímací dioda, jejíž osvětlení nemůže být ovlivněno kouřem, která se používá jako referenční dioda. Při výrobě těchto čidel je důležité začernit zadní stranu přijímacích diod, aby přijímaly infračervené světlo pouze zpředu a vliv rozptýleného světla byl co nejmenší.

K dosažení velké spolehlivosti bylo použito relativně složité zapojení světelné závory. Jak je zřejmé z obr. 16b, není však složitost zapojení nadměrná. Vysílací dioda D_1 je buzena signálem pravouhlého průběhu 10 kHz, který je generován časovacím obvodem CMOS 555. Tranzistor T_1 dodává pro diodu LED dostatečně velký impulsní proud 80 mA. Použití střídavého napětí má výhodu v tom, že teplota okolí (a tím i intenzita světla vysílací diody) nemá žádný vliv na výsledek měření. Na přijímací straně je signál 10 kHz vyhodnocován selektivně, proto je možné vyloučit kolísání stejnosměrného napětí, nízkofrekvenční signály i rušivé impulsy.

Referenční fotodioda D_4 přijímá velmi intenzivní infračervené světlo z velmi krátké vzdálenosti. Může tedy být zapojena jako poměrně málo citlivý fotoelektrický prvek. Pro dosažení selektivity úplně stačí jednoduchá aktivní pásmová propust s paralelním obvodem C_{14} , L_5 ve zpětnovazební větvi. Takto filtrovaný a zesílený signál 10 kHz je usměrňován diodou D_5 , filtrován kondenzátorem C_{17} a přes napěťový dělič R_{12}/P_1 přiveden na komparátor IO_{3b} .

Podobné zapojení je použito také pro připojení přijímací diody D_2 k IO_3 . Tato dioda je však pro dosažení větší citlivosti zapojena v závěrném směru a je přes pracovní rezistor R_9 připojena ke kladnému napájecímu napětí, pečlivě filtrovanému kombinací R_8 a C_7 . Pulsující světelný signál moduluje závěrný proud diodou, takže úbytek napětí na pracovním rezistoru R_9 má složku 10 kHz. Vazební kondenzátor C_8 přenáší pouze střídavou složku, takže stejnosměrné změny na diodě nemají dále žádný vliv. Pro potlačení rušivých impulsů slouží kromě C_7 také C_{13} a R_{11} .

Přijímací dioda filtruje a usměrňuje signál stejně jako referenční dioda, napětí před invertujícím vstupem komparátoru však není nastavitelné. Komparátor IO_{3b} porovnává oba signály na svých vstupech. Trimrem P_1 se v běžném případě (bez kouře) nastavuje napětí na neinvertujícím vstupu na poněkud menší velikost, než jakou má měřicí napětí na druhém vstupu komparátoru. Na výstupu komparátoru je proto záporné napětí, LED D_7 svítí a ukazuje pohotovostní stav. Když do čidla vnikne kouř, vlivem absorpce se signál přijímaný diodou D_2 zmenší a tím se zmenší i napětí na invertujícím vstupu komparátoru. Komparátor se překlápí, dioda D_7 zhasne, rozsvítí se dioda D_8 a přes T_2 sepne relé, které zapíná poplach. Dioda D_6 „přidrží“ IO_{3b} v sepnutém stavu potud, pokud není zařízení vypnuto. Citlivost se dá nastavit trimrem P_1 na nejlepší kompromis mezi bezpečným sepnutím a odolností proti rušení.

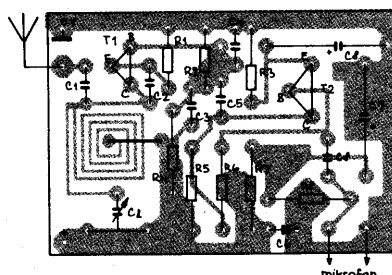
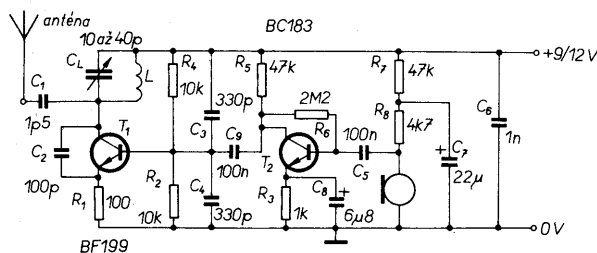
Pokud jde o napájení, je třeba upozornit na to, že operační zesilovače jsou napájeny symetrickým napětím. Pro získání záporného napětí se v popisovaném zapojení používá impulsní stabilizátor IO_1 , proto je nutná pečlivá filtrace napájecích napětí. Napájení však při realizaci zapojení může být řešeno i jinak.

Při konstrukci je třeba dbát na krátké a široké zemní spoje. Obě pásmové propusti musí mít dostatečně velkou jakost Q , proto cívky L_4 a L_5 musí mít činný odpor menší než 10Ω ($L = 10$ mH). Vyzkoušet dokončené zapojení lze snadno – použijeme kouř z cigarety, který zavedeme do čidla. Nejlépe je nastavit trimr tak, aby právě přepnul komparátor. Protože relé na výstupu má pracovní i klidový kontakt, může být detektor jednoduše dvoudrátovým vedením zapojen do komplexního zabezpečovacího zařízení.

Elektr 11/1990

Miniaturní vysílač FM

Jednoduché vysílače FM na okraji pásma VKV jsou v zahraničí používány jako bezdrátové mikrofony, pro kontrolu dětských pokojů a řadu dalších aplikací. Svědčí o tom fakt, že v těchto zemích jsou vyráběny a prodávány.



Obr. 17. Miniaturní vysílač FM (R_7 je 47 k Ω , použije se tehdy, je-li třeba měnit v závislosti na typu tranzistoru referenční napětí)

Dokonce se prodávají i ve stavebnicích a jdou velmi dobře na obbyt. Je to tím, že jejich realizace je snadná, cena mírná a výsledky překvapující. Nevýhodou je, že se jejich aplikace podle místních podmínek pohybuje na hranicích zákona a není vždycky jasné, na které straně.

Na obr. 17a je úplné schéma zapojení, v podstatě známé a jednoduché. Používá dva klasické tranzistory. První T_1 je zapojen jako oscilátor. Jeho laděný obvod je zapojen v kolektoru. Oscilace udržuje kondenzátor C_2 , zapojený mezi kolektorem a emitorem T_1 . Malá anténa může v případě potřeby zvětšit dosah, její použití se však nedoporučuje právě s ohledem na možnost konfliktu se zákonnými předpisy.

Druhý tranzistor T_2 pracuje jako modulační předzesilovač. Použitý typ n-p-n zajišťuje velké výkonové zesílení (zesilovací činitel větší než 300), přispívá k tomu i odpor rezistoru (2,2 M Ω) mezi bází a kolektorem. Modulace probíhá v bází T_1 přes kondenzátor C_9 . Elektretový mikrofon umožňuje dosáhnout velké citlivosti. Spotřeba je velmi malá, k napájení se používá miniaturní baterie 9 V.

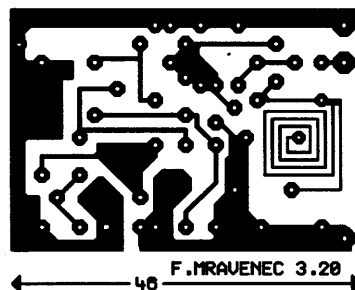
Zapojení může být sestaveno na destičce s plošnými spoji o rozměrech 45 x 30 mm včetně cívky provedené technologií plošných spojů (obr. 17b). Při ožiování se naladí pomocí přijímače na kmitočt přednostně nad 105 MHz, aby v nejbližším okolí nemohl vysílač rušit. Jinak je třeba dbát na to, aby byl vysílač provozován se skutečně minimálním výkonem na krátké vzdálenosti.

Electronique pratique č. 125

Detektor hladiny

Tento obvod umožňuje detekovat dosažení určité úrovně hladiny kapaliny s použitím jednoduché sondy. Kapalinou při tom nemusí být voda, proto se využívá neobvyklé metody měření: Metoda je založena na použití generátoru napětí pravouhlého průběhu, jehož signál se přivádí na integrační obvod RC , vytvářející střední hodnotu. Kondenzátor C je připojen na sondu a nádrž ke kostře zařízení. Sonda ponořená do kapaliny před-

A203



stavuje odpor R_L , jehož velikost se mění podle úrovně hladiny. Když hladina nedosahuje až k sondě, R_L je nekonečný a na výstupu je pravoúhlý signál generátoru. Když se sonda dostane do styku s kapalinou, R_L se zmenší na velikost, která závisí na specifickém odporu kapaliny. Při správné volbě rezistoru R je pak na výstupu téměř stejnosměrné napětí, odpovídající střední hodnotě napětí pravoúhlého průběhu. Pak stačí rozlišit tyto dva stavy. Na obr. 18a je schematicky znázorněna popsaná metoda měření.

Úplné schéma zapojení je na obr. 18b. Může se zdát složité, ale jde skutečně o velmi jednoduché zapojení, používající dva běžné integrované obvody CMOS, z nichž jen jeden je pro základní funkci nezbytný. Dosažení zvolené výšky hladiny je indikováno světelným a zvukovým signálem. Obvod generátoru pravoúhlého signálu tvoří invertory a a b obvodu IO_1 a R_1 , R_2 a C_1 . Je to klasický obvod, jehož kmitočet lze přibližně vyjádřit vztahem $0,45/(R_2 C_1)$ – při použitých součástkách je asi 100 Hz. Obvod vytváření střední hodnoty se skládá z R_3 , R_4 a C_2 . Rezistor R_4 je do obvodu doplněn proto, aby bylo možné pro rozlišení stavů použít invertor CMOS. Dělič R_3 , R_4 zeslabuje signál tak, aby byla zaručena jeho střední hodnota menší, než je úroveň přepnutí invertoru c při zachování maximální velikosti napětí pravoúhlého průběhu větší, než je napěťová úroveň pro přepnutí. Časová konstanta $R_3/R_4 C_2$ je delší než perioda generátoru napětí pravoúhlého průběhu, aby se vyhovělo principu vytváření střední hodnoty.

Bez dotyku sondy s tekutinou je na vstupu invertoru c pravoúhlý signál, způsobující na jeho výstupu periodické vybíjení C_3 přes diodu D_1 . Napětí na C_3 nemůže dosáhnout úrovně přepnutí invertoru d , jehož výstup zůstává ve stavu H. Když se sonda dostane do styku s tekutinou, přivádí se na vstup invertoru c střední hodnota, která je v důsledku volby R_3 , R_4 nižší než úroveň přepnutí invertoru. Jeho výstup je tedy ve stavu H,

čímž je blokována dioda D_1 , což dovoluje nabít C_3 přes R_5 . Na vstupu invertoru d je tedy stav H, jeho výstup je ve stavu L. Na tomto výstupu je tedy stav H v nepřítomnosti tekutiny a stav L při kontaktu sondy s tekutinou. Tuto detekci indikuje vizuálně dioda D_2 .

Dva volné invertory z pouzdra byly využity pro akustickou indikaci. Invertory e , f společně s R_7 , R_8 a C_4 tvoří oscilátor signálu slyšitelného kmitočtu (kolem 1,3 kHz), jehož výstupní výkon je zesilován tranzistorem T_1 pro reproduktor. Dioda D_5 chrání tranzistor před špičkami napětí, R_9 , C_5 omezuje výkon indikace a zabraňuje zvlnění napětí zdroje. Při použití piezoelektrického měniče se zapojení zjednoduší. Dioda D_3 blokuje funkci oscilátoru, když sonda není ve styku s kapalinou.

Obvod IO_2 byl autorem doplněn pro zvýraznění akustické indikace. Nemusí tedy být pro základní funkci obvodu použit. Obvod, obsahující dva čítače BCD modulu 10, může být použit pro dělení kmitočtu vstupního signálu, přiváděného z „měřiče“ generátoru pravoúhlého signálu $IO_{1a,b}$, maximálně stem. Tak, jak je zapojen, umožňuje dělení 10, 25 nebo 50 podle toho, který ze spínačů S_1 , S_2 , S_3 je sepnut. V poloze S_3 je perioda přerušování 2 Hz. Klidová spotřeba obvodu je velmi malá.

Upozornění: Protože tekutina je ve styku s nádrží, která je spojena s kostrou obvodu, je třeba použít bezpečný obvod napájení (izolovaný od sítě). V případě potřeby je nutné spojit kostru se zemí.

Konstrukce obvodu (i jeho oživení) je snadná. Bude-li nádrž z plastické hmoty, musí být kromě hlavní sondy použita ještě další, pomocná sonda, která kapalinu spojí s kostrou obvodu. Několika sondami a obvody je možné kontrolovat několik úrovní hladiny v jedné nádrži. S jediným obvodem, ale několika sondami zapojenými paralelně, můžeme kontrolovat několik nádob. Když se dioda D_2 nahradí optoelektronickým vazebním členem, je informace o detekci „izolována“ a může být použita pro řízení na příklad

čerpadla. Závěrem ještě jedno upozornění: nepoužívejte obvod pro hořlavé kapaliny, protože elektřina by mohla s těmito kapalinami reagovat velmi výbušně!

Electronique pratique č. 140

Zobrazovač charakteristik tranzistorů

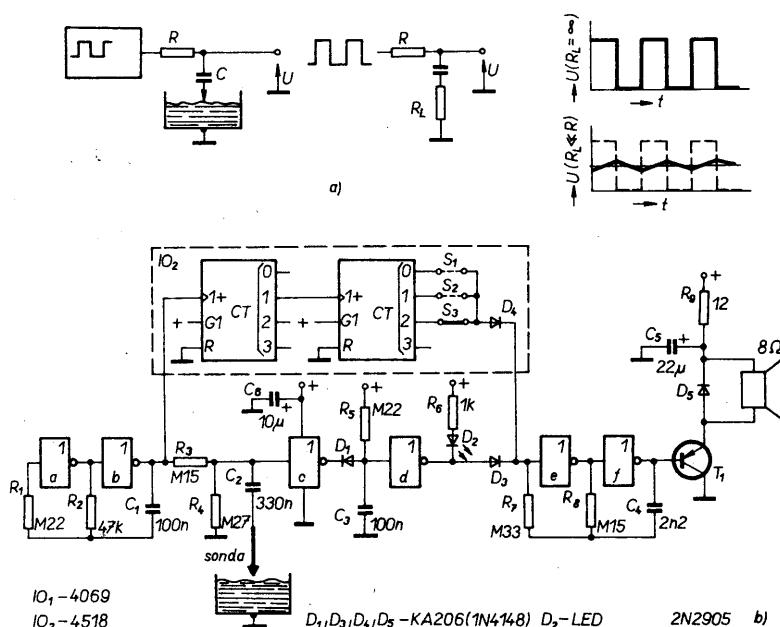
Doplněk k osciloskopu, umožňující na obrazovce zobrazit charakteristiky tranzistoru, patří téměř k základnímu vybavení každé elektronické laboratoře. Základní funkci tranzistoru je sice možné vyzkoušet jednoduše na příklad multimetrem, ale touto metodou není možné např. párovat tranzistory nebo vybírat náhradní typy. Výstupní charakteristiky tranzistoru zobrazují na vertikální ose kolektorový proud jako funkci napětí mezi kolektorem a emitorem na horizontální ose. Parametrem je při tom proud báze. Pro různé proudy báze dostaneme celou soustavu křivek, z níž je možné usuzovat nejen na správnou funkci tranzistoru, ale i na proudové zesílení, lineární pracovní oblast a chování ve stavu nasycení.

K zobrazení soustavy charakteristik potřebujeme zapojení, které při určitém proudu báze plynule zvětšuje napětí emitor-kolektor od nuly až do maximální velikosti. Pak se nastaví další I_B a kreslí se nová křivka. Dosáhne-li se maximálního proudu báze, začíná se znovu od nuly. Jak je vidět z blokového schématu zapojení na obrázku 19a, obvod zapisovače charakteristik se skládá z číslicové části, určené pro generování odstupňovaných proudů báze, a analogové části, měnící U_{CE} a spouštějící číslicovou část.

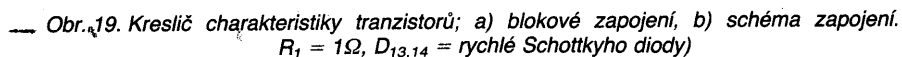
Napětí kolektor-emitor vyrábí generátor trojúhelníkovitého napětí, který se skládá z integrátoru a klopného obvodu. Klopný obvod je sestaven ze zesilovače A_1 o zesílení 1,45 a komparátoru A_2 . Zesilovač A_1 dodává referenční napětí pro komparátor, vstupní napětí zesilovače je dáno stavem výstupu komparátoru. Mezi zesilovač a komparátor jsou vloženy dvě diody, aby bylo možné podle druhu tranzistoru (n-p-n nebo p-n-p) měnit U_{CE} v rozmezí 0 až +8 V, nebo 0 až -8 V. Na vstupu integrátoru je tedy napětí pravoúhlého průběhu o kmitočtu asi 400 Hz s polaritou nastavenou přepínačem P_1 . Na výstupu je symetrický trojúhelníkový signál. Pro zobrazení kolektorového proudu je do emitorového vedení zapojen měřicí rezistor, z něhož se odebírá napětí pro vertikální vstup osciloskopu. To sice není zcela korektní, ale při použití správné metody, totiž rezistoru v kolektorovém přívodu, by vznikly značné potíže s ohledem na to, že většina osciloskopů nemá diferenční vstupy, ale vstupy vztažené ke kostře.

Integrátor je doplněn omezovačem proudu, aby vadný nebo proražený tranzistor nezničil koncové tranzistory integrátoru. Pokud jde o digitální část: signál pravoúhlého průběhu řídí třibitový čítač, jehož stavy od 0 do 7 jsou převáděny na osm proudů báze, odstupňovaných vždy po 25 μA . Přepínačem P_2 je možné čítač upravit na dvoubitový, takže jsou generovány pouze čtyři stupně proudu báze.

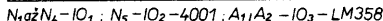
Podrobné schéma zapojení měřiče charakteristik je na obr. 19b, včetně napájecího zdroje. Při použití transformátoru odolného proti zkratu je možné vynechat jištění. Sekundární střídavé napětí se usměrní symet-

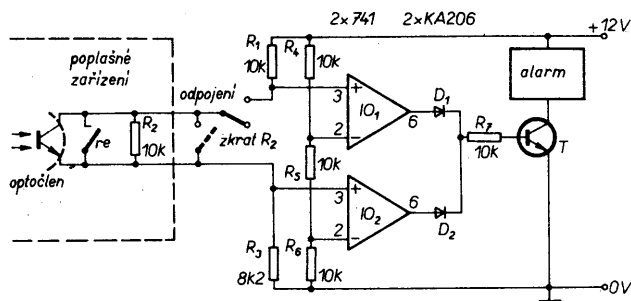


Obr. 18. Detektor hladiny, a) metoda měření, b) schéma zapojení



99





Obr. 23. Zabezpečení poplachového zařízení

Zabezpečení poplašného zařízení

Sebelepší zařízení proti vloupání může být zneškodněno, když se pachatel podaří odpojit poplachovou sirénu, zvonek nebo jiný indikátor poplachu. Popsaný obvod může být použit jako doplněk k libovolnému zabezpečovacímu zařízení a zajišťuje při pokusu o odpojení sirény narušením přívodního vedení okamžité spuštění poplachu. Při tom reaguje jak na přerušení vedení, tak i jeho zkratování.

Zapojení na obr. 23 je založeno na činnosti okénkového komparátoru. Rezistory R_4 , R_5 a R_6 tvoří napěťové děliče, které dělí napájecí napětí na třetiny. Rezistor R_3 se volí menší než R_1 a větší než $0,5 R_1$, přičemž $R_1 = R_2$ (v praxi byla pro R_3 použita nejbližší standardní hodnota z řady E12). Na obou neinvertních vstupech komparátorů jsou tak menší napětí, než na jejich invertujících vstupech.

Když se odpojí R_2 (to znamená, že bude přerušeno vodič k němu), napětí na neinvertním vstupu IO_1 se zvětší, výstup přejde do kladné saturace. Když je R_2 zkratován, napětí mezi neinvertním vstupem IO_2 a zemí je mezi polovinou napájecího napětí a nad třetinou tohoto napětí (závisí na odporu rezistoru R_3). Výstupní napětí IO_2 bude tedy kladné. Oba výstupy jsou propojeny do logického součtu pomocí univerzálních diod a použity pro zapínání vhodné indikace. V našem případě poplašného zvonku přes zesilovací tranzistor (Darlington).

Uživatelům tohoto zařízení se doporučuje zařadit mezi diody a zátěž monostabilní klopný obvod a použít pro napájení záložní baterii. Monostabilní klopný obvod by měl zajišťovat omezení doby poplachu např. na pět minut, což by jistě ocenili sousedé. Při instalaci zapojení by měl být R_2 zapojen do jednotky zabezpečovacího zařízení paralelně ke kontaktům relé nebo k optoelektronickému vazebnímu členu. Při aktivování poplachu je rezistor R_2 zkratován. Použitím tohoto obvodu může být zjištěn pokus o narušení spojovacího kabelu a kryt poplachového zvonku nebo sirény může být chráněn zapínacími nebo rozpínacími kontakty mikropínače.

Levný výkonný poplachový obvod

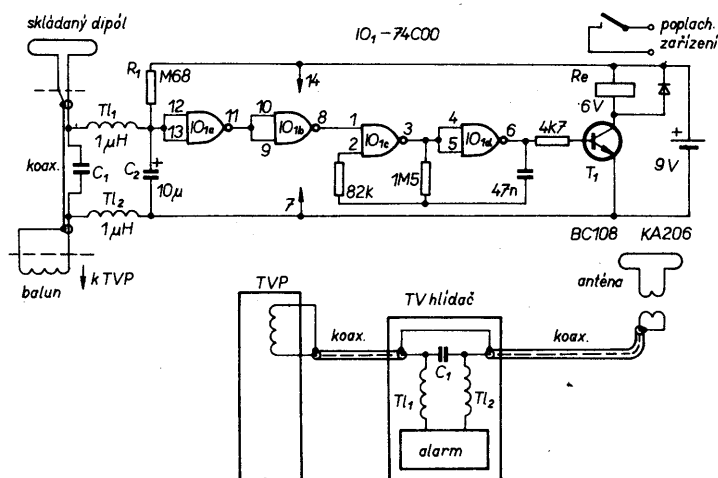
Účinnost zabezpečovacího zařízení závisí mimo spolehlivého spuštění poplachového signálu také na jeho výkonu, který musí být dostatečný k tomu, aby upozornil okolí a zastrašil a přinutil k útěku případného vteřelce. Obvod, jehož schéma je na obr. 24, používá pro generování modulačního signálu typu sirény dva integrované obvody typu 555. Potřebný výstupní výkon dodává kon-

cový zesilovač s komplementárními tranzistory T_1 , T_2 , a pasívními součástkami C_2 , C_3 , R_1 a R_2 . Při použití jednoho nebo dvou koaxiálních reproduktorů 5 W, 8 Ω je dosažená hlasitost při napájení 12 V v blízkosti zařízení téměř ohlušující. Zapojení obou multivibrátorů je běžné. Pro dosažení větších možností změny charakteru houkání je možné R_7 změnit na 220 Ω a R_8 zaměnit trimrem 100 k Ω s běžcem připojeným na vývod 7 IO_2 , viz schéma. To umožňuje nastavit rychlost změny kmitočtu. Modulační se mění od asi 6 až 7 Hz až přibližně k 1 Hz.

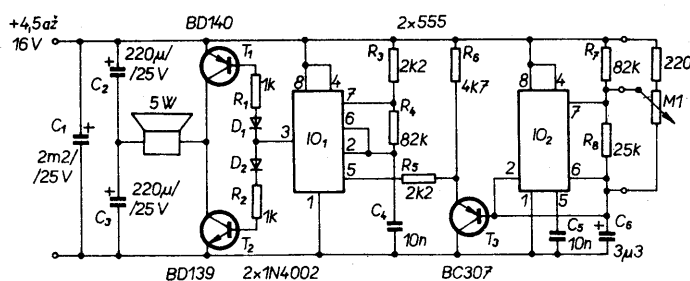
Má-li být tento obvod používán se dvěma reproduktory a (nebo) s napájecím napětím větším než 6 V, tranzistory T_1 a T_2 musí být opatřeny přiměřenými chladiči. Při používání dvou reproduktorů při 9 až 16 V se dosáhne lepších výsledků při kapacitě kondenzátorů C_2 a C_3 rovné 470 μF .

Spotřeba zapojení při různých napájecích napětích a jednom reproduktoru 8 Ω : při 16 V – 420 mA, při 12 V – 320 mA, při 9 V – 250 mA, při 6 V – 160 mA a při 4,5 V – 100 mA. Při použití dvou reproduktorů se odběr téměř zdvojnásobí (v souladu se zvětšením výstupního výkonu). Kapacitu C_1 je důležité dodržet při všech možných napájecích napětích, protože kumuluje energii při rychlých změnách odběru proudu.

A nakonec ještě jedna poznámka: myslete při zkoušení a používání tohoto obvodu nejen na případného vteřelce, ale i na nevinné sousedy.



Obr. 25. Hlídač TV systému



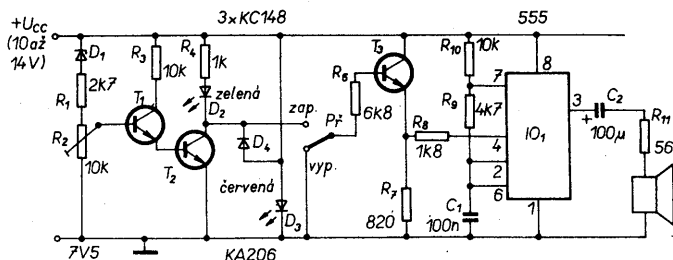
Obr. 24. Poplachový obvod

Hlídač televizního systému

Jednoduchý obvod podle obr. 25 spustí poplach při pokusu odcizit televizní anténu, koaxiální kabel, nebo odpojit a odnést televizor. Může být použit samostatně nebo jako součást již existujícího komplexnějšího zabezpečovacího zařízení. Pracuje na principu uzavřené smyčky, jejíž přerušení v libovolném místě způsobí poplach. Jako součásti smyčky se používají televizní anténa, anténní svod a vstupní obvod televizoru. Instalace obvodu je tedy velmi jednoduchá.

Všechny součástky (včetně baterie) jsou umístěny v malé krabičce, opatřené koaxiálními konektory (pro svod od antény a přívod k televizoru). Obvod je od TV signálu oddělen vtlumivkami, průchod signálu zajišťuje C_1 . Uzavřená smyčka zkratuje C_2 a proud přiváděný přes rezistor R_1 protéká smyčkou. K poplachu dojde až se zpožděním asi 10 sekund po přerušení smyčky, aby vteřelec nevěděl, co poplach spustilo. Obvod IO_{1b} invertuje vstupní logickou úroveň a aktivuje IO_{1c} a IO_{1d} , které oscilují na kmitočtu asi 4 Hz. Obvod IO_{1d} budí tranzistor T_1 do báze přes omezující rezistor a T_1 pak spíná relé (nebo přímo piezoelektronický měnič).

Klidový proud je velmi malý, takže baterie 9 V může tento obvod napájet téměř po celou dobu svého života. Při aktivování odbírá poplachový obvod proud asi 6 mA a při přímém buzení piezoelektrického měniče vydává, s ohledem na jeho účinnost, silný akustický poplašný signál.



Obr. 26. Signalizace podpětí

Signalizace podpětí

Obvod podle schématu na obr. 26 byl původně používán pro napájecí zdroj s automatickým přepínačem ze sítě na záložní baterii při výpadku sítě (v amatérském transceiveru). Detekuje zmenšení stejnosměrného napětí a indikuje běžný provozní stav, při zmenšení napětí kromě toho dává optickou i akustickou indikaci. To může být zvláště výhodné v motorovém vozidle, kde by optický signál mohl být snadno přehlédnut. Může být ovšem použit v libovolné aplikaci vyžadující indikaci zmenšení ss napětí pod určitou velikost.

Obvod D_1 , R_1 a R_2 „převádí“ napětí $+U_{CC}$ na bázi tranzistoru T_1 . Trimr R_2 se nastaví tak, aby při nejmenším přípustném napětí $+U_{CC}$ svítila dioda D_2 . Tranzistor T_2 je otevřen, dioda D_4 vede a udržuje tím diodu D_3 ve vypnutém stavu. Když se při zmenšení napětí U_{CC} zavře T_2 , D_2 zhasíná a otevře se tranzistor T_3 přes přepínač Pf v poloze „zap“. Napětí na vývodu 4 (reset) obvodu 555 nabývá kladné velikosti, obvod 555 zapojený jako astabilní multivibrátor je aktivován. Jeho kmitočet se nastavuje volbou odporu rezistoru R_9 . Současně se zavřením T_2 se zavírá dioda D_4 a dioda D_3 , indikující stav podpětí, se rozsvítí.

Funkci akustického poplachu je možné vypnout přepínačem Pf do polohy „vyp“, čímž se zablokuje tranzistor T_3 . Optická indikace diodou D_3 zůstává i v tomto případě zachována.

Univerzální signalizační obvod

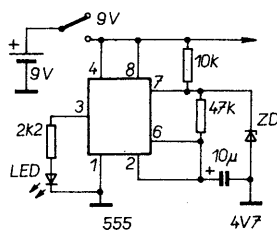
Univerzální signalizační obvod (obr. 27) může být určen pro signalizaci překročení určité velikosti osvětlení nebo teploty (nebo pro zmenšení těchto veličin pod určitou mez). Jako čidla se používají fotorezistor a termistor, které jsou přepínány přepínačem Pf_1 . Přepínačem Pf_2 se čidla přepínají podle potřeby na indikaci při překročení nastavené velikosti nebo při zmenšení pod tuto mez. Když je přepínač Pf_2 v poloze 2 a přepínač Pf_1 v poloze 1, zapne se signalizace při dopadu světla na fotorezistor, je-li dostatečné ke zmenšení jeho odporu na velikost potřebnou pro otevření T_1 přes potenciometr P_1 , kterým se nastavuje citlivost. Když přepínač Pf_2 zůstane v poloze 2 a přepínač Pf_1 je přepnut do polohy 2, je na vstup zapojen termistor. Indikace se zapne při dosažení teploty, při níž se jeho odpor zmenší tak, že se otevře tranzistor T_1 . Při přepínači Pf_2 v poloze 1 při úrovni osvětlení nad předem nastavenou úroveň (nebo teplotě nad nastavenou mezí) nestačí proud báze

T_1 pro jeho otevření. Když se osvětlení (nebo teplota) zmenší pod úroveň, kterou jsme nastavili potenciometrem P_1 , pak se tranzistor T_1 otevře a tím se zapne akustická signalizace.

Při otevření tranzistoru T_1 se aktivuje obvod typu 555 (zapojený jako astabilní multivibrátor), začíná oscilovat a jeho výstup budí reproduktor 8Ω , jehož akustický signál tedy signalizuje překročení určité meze nebo pokles pod tuto mez.

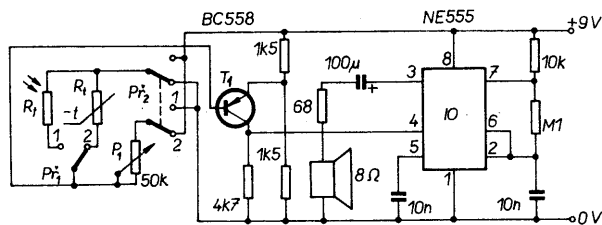
Signalizace poklesu napětí

Velmi jednoduchý obvod, jehož schéma je na obr. 28, rozsvítí za „normálního“ stavu (napětí baterie větší než určitá úroveň) diodu LED trvale. Při poklesu napětí baterie pod určitou úroveň, např. při potřebě výměny baterie začíná dioda blikat. Při hodnotách, uvedených ve schématu, je obvod určen pro napájecí napětí 9 V. Dioda LED začíná blikat při 7,5 V, při zmešujícím se napětí se blikání zrychluje, při napětí menším než 2 V dioda LED již nesvítí vůbec.



Obr. 28. Indikace poklesu napětí

Obvod je zapojen se známým časovacím obvodem 555, zapojeným v bistabilním režimu, který napájí diodu LED. Vtip zapojení spočívá v tom, že mezi vývod 7 a zem je zapojena Zenerova dioda. Za „normálního“ stavu je na vývodu jedna třetina až dvě třetiny napájecího napětí. Když jsou dvě



Obr. 27. Univerzální signální obvod

třetiny napájecího napětí větší než Zenerovo napětí ZD , pak je funkce obvodu 555 blokována.

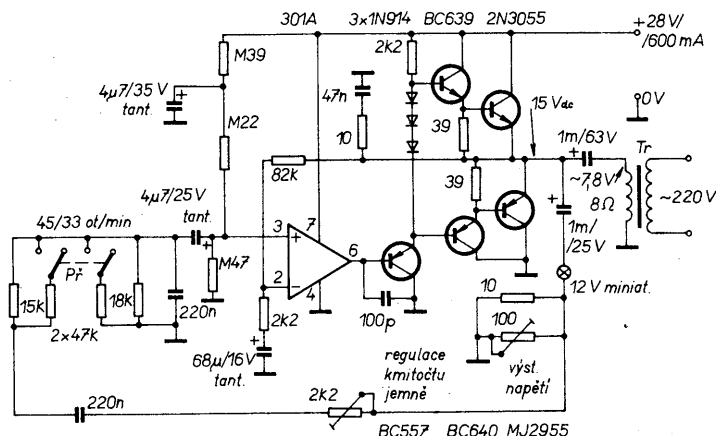
Proto, při potřebě přizpůsobit součástky obvodu pro konkrétní aplikaci, stačí zjistit minimální napětí, při kterém zařízení ještě pracuje „normálně“, a zjištěný údaj vynásobit $2/3$. To je potřebné Zenerovo napětí ZD_1 . Při aplikaci bude možná třeba změnit odpor rezistoru v sérii s diodou LED tak, aby se dosáhlo přizpůsobení konkrétnímu typu použité diody, případně aby se upravila intenzita jejího svitu.

Původně zkonstruovaný indikátor měl při 9 V spotřebu 7 mA (při 7 V se zmenší na 5 mA). Kdyby pro danou aplikaci byl odběr proudu příliš velký, je možné vyzkoušet verzi zapojení s obvodem v provedení CMOS (s označením 7555).

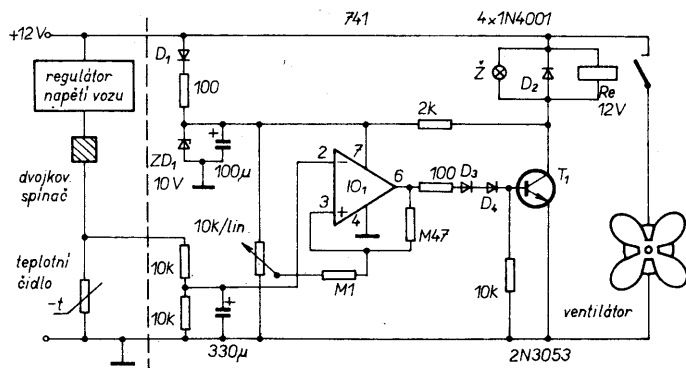
Regulace rychlosti otáčení gramofonu

Nejde o žádný nový objev, podobné řešení již bylo popsáno. Přesto i v době nástupu kompaktních desek stojí za to zmmodernizovat gramofon se síťovým synchronním motorkem. Na obr. 29 je schéma zapojení obvodu výkonového generátoru o proměnném kmitočtu, kterým se napájí synchronní motor gramofonu. Tím se umožní přesně nastavit rychlost otáčení, případně jednoduše přepínat 33/45 ot/min. bez přehazování řemínku. Kromě toho je výstupní napětí obvodu stabilizované.

Obvod je tvořen generátorem (součástky kolem integrovaného obvodu), který budí následující výkonový zesilovač. Jde o oscilátor s Wienovým můstkem, který má zavedenou zpětnou vazbu s miniaturní žárovkou 12 V. Jako výstupní transformátor byl použit transformátor ze starého elektronkového zesilovače hi-fi. Je možné použít i jiný transformátor s převodem 30:1, dimenzovaný nej-



Obr. 29. Regulace rychlosti otáčení gramofonu



Obr. 30. Ovládání ventilátoru chladiče

méně pro 12 W, běžný síťový transformátor není vhodný. Přepínačem P se pro 45 ot/min. připojují paralelní rezistory, trimrem 100 Ω se při připojení gramofonu nastaví střídavé napětí na jmenovitou velikost 220 V. Pak se trimrem 2,2 kΩ podle stroboskopu jemně nastaví kmitočet.

Doplňkové tranzistory 2N3055 a MJ2955 vyžadují chlazení.

Ovládání ventilátoru chladiče

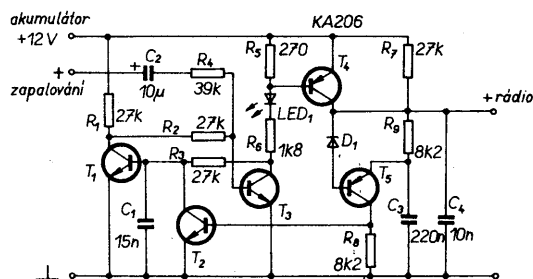
Pokud váš vůz používá ventilátor, který je poháněn motorem, můžete dosáhnout obvodem, jehož schéma je na obr. 30, snížení spotřeby pohonných hmot a menší úroveň hluku motoru, zvláště při jeho větších rychlostech otáčení.

Mechanický ventilátor se nahradí elektrickým poměrně snadno. Problém ovšem vznikne při hledání vhodného automatického spínače. Spínač, podobně jako ventilátor, je možné získat buď nový nebo ze zrušených vozidel. Spínače jsou však ve šroubovacím provedení a původní chladič nemá potřebný otvor. Navržené řešení tedy používá teplotní čidlo, které ve voze již je pro měření teploty chladicí kapaliny.

S ohledem na možné rušení palubním regulátorem napětí je nutné jak napájecí napětí pro operační zesilovač, tak referenční napětí dobře filtrovat. Slouží k tomu Zenerova dioda ZD₁. Rezistory 470 kΩ a 100 kΩ zajišťují potřebnou hysterezi, dvě diody v bázi T₁ brání otevření tranzistoru v důsledku saturačního napětí operačního zesilovače. Po zapnutí může ventilátor po několik sekund běžet. Tomu je možné zabránit zvětšením kapacity kondenzátoru 100 µF na několik tisíc µF.

Přidrzný obvod pro připojení autorádia

Při montáži autorádia nebo přehrávače do vozu vzniká řada otázek, mimo jiné problém, je-li vhodnější přivést napájecí napětí z baterie nebo připojit až za spínací skříňku. Kromě vlivu na rušení má tato volba význam i z pro-



Obr. 31. Zapojení autorádia

vozního hlediska. Když se přístroj připojí až za spínací skříňku, pak v ní musí být klíček, když chceme poslouchat při vypnutém motoru (co je riskantní, když ve voze např. zůstane dítě samy). Při napájení z akumulátoru pak nesmíme při opuštění vozu zapomenout rádio vypnout.

Řešení tohoto problému je jednoduché – připojte přístroj s použitím obvodu na obr. 31. Autorádio lze „normálně“ ponechat zapnuté a zapíná se a vypíná současně se zapnutím a vypnutím zapalování. Když je však zapalování vypnuté, lze autorádio po vypnutí a poté zapnutí používat též.

Zapojení se skládá z předřadného klopného obvodu s tranzistory T₁ a T₃, který řídí koncový stupeň. Dioda LED indikuje stav klopného obvodu (nemusí být použita). Nezpůsobuje však žádnou spotřebu proudu navíc, protože bez ní by byl příslušný výkon rozptýlen v R₆. Kondenzátor C₂ slouží pro ovládání klopného obvodu, to jest jeho zapínání a vypínání se zapalováním. Když se autorádio vypne po nastartování, je třeba zvětšit odpor rezistoru R₄, když se nezapíná a nevypíná se zapalováním, je třeba odpor R₄ zmenšit.

Je-li klopný obvod ve stavu „vypnuto“ (T₃ vypnut, T₁ zapnut), protéká rezistorem R₇ do přijímače proud. Když je přijímač zapnut, zůstávají kondenzátory C₃ a C₄ vybity, je-li však přijímač vypnut, C₃ a C₄ se nabíjí na plné napětí baterie. Po zapnutí přijímače se C₄ rychle vybije přes přijímač, C₃ se vybije přes T₅ a D₁. Změna napětí na rezistoru R₈ otevře T₂ a tím se klopný obvod přepne do stavu, při němž se k přijímači přivádí napájecí napětí. Kondenzátor C₁ zajišťuje spolehlivé spouštění.

T₁, T₂, T₃ a T₅ jsou univerzální tranzistory n-p-n a p-n-p (jako KC238, KC308) a T₄ je výkonový tranzistor (Darlington) p-n-p s kolektorovým proudem minimálně 2 A. Pro T₄ není třeba použít žádný chladič, protože je

buď zavřen nebo otevřen do saturace. D₁ je univerzální dioda. Jedinou součástkou, která může vyžadovat úpravu, je rezistor R₄, jak již bylo výše uvedeno. Uvedené hodnoty součástek byly použity v prototypu a nejsou kritické. Spotřeba obvodu v klidovém stavu je 2 mA nebo 10 mA (podle stavu klopného obvodu), když však má být vozidlo odstaveno na déle než 14 dní, doporučuje se obvod odpojit.

Automatická autoanténa

Popisovaný obvod (obr. 32) nejen udělá dojem na vaše přátele, ale také zabrání vandalům ve zničení nebo odcizení antény. Elektrickou anténu je možné koupit, její použití však vyžaduje pro vysunutí a zasunutí přepínač. Když zapomenete anténu při opuštění vozu zasunout, mají vandalové šanci.

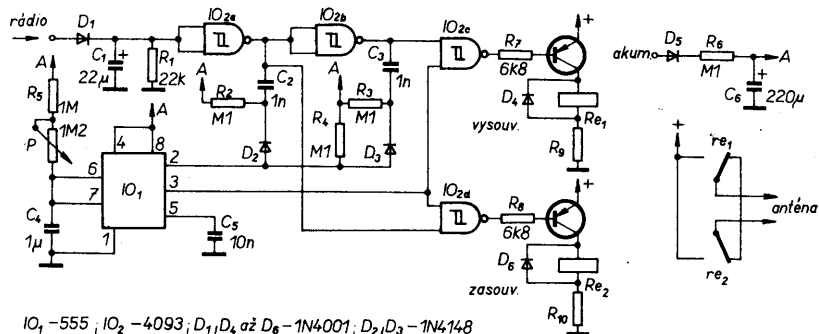
Na vstup obvodu se přivádí napětí přímo ze spínače přijímače. Když se přijímač zapne, kondenzátor C₁ se rychle nabije a sestupná hrana na výstupu IO_{2a} spustí obvod 555. „Kladný“ signál z přijímače odhraduje výstup obvodu 555 k relé 1 („vysunutí“) a zapne je na dobu, určenou součástkami R₅, P a C₄ (nastavitelná od 1,1 do 2,4 sekundy).

Když přijímač vypneme, R₁ a C₁ zajistí zpožděné zasunutí antény (kolem pěti sekund). Obvod 555 je spuštěn sestupnou hranou na výstupu IO_{2b}. Úroveň H na IO_{2a} odhraduje výstup obvodu 555 k relé 2 („zasunutí“). Obvod dioda-rezistor-kondenzátor v obvodu napájení pro IO slouží pro odstranění rušivých impulsů, které by mohly narušit spouštění. Měl by být trvale připojen k akumulátoru, nikoli ke spínací skříňce. Protože IO má odběr proudu menší než 10 mA, spotřeba je zanedbatelná. Použitá relé by měla mít kontakty nejméně pro 5, ale lépe pro 10 A, protože elektrické autoantény mají značný záběrový proud.

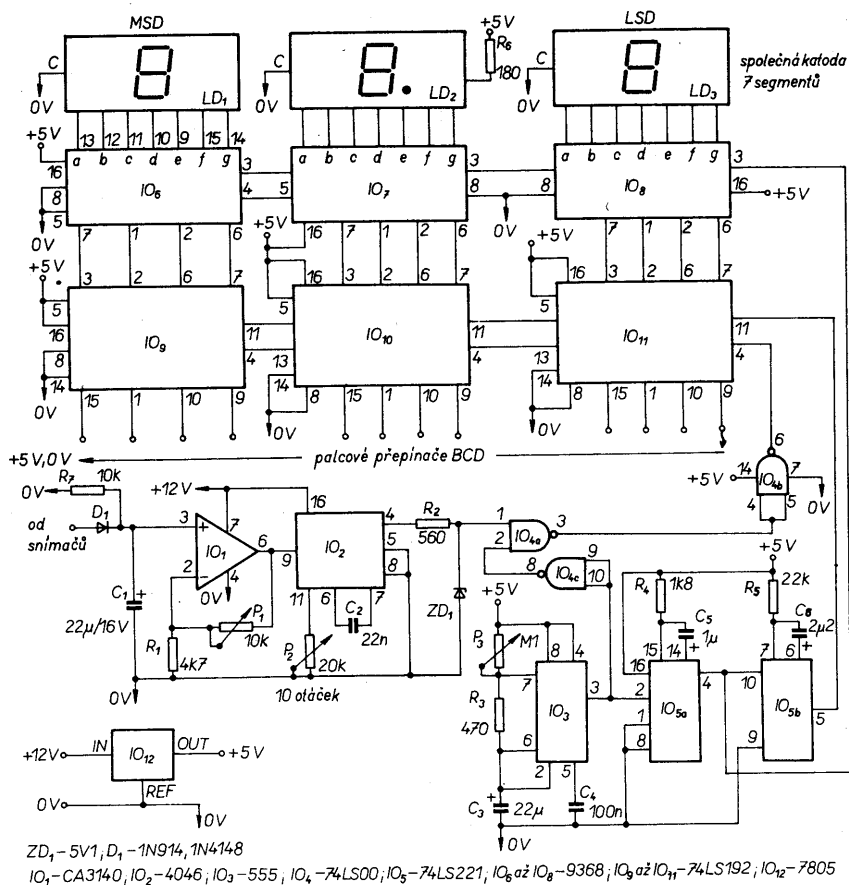
Odpory rezistorů R₉ a R₁₀ je třeba zvolit podle použitých relé (byla použita relé s jednopólovými přepínacími kontakty).

Digitální měřič paliva

Potřebujete přesný měřič stavu paliva v nádrži automobilu? Zkuste zkonstruovat obvod na obr. 33, jehož displej ukazuje měřenou hodnotu až do 99,9 litru. Základní přesnost měření je ovšem určena přesností snímače, ve většině případů potenciometru, ovládaného plovákem. Obvod vychází z použití snímače, který dává při plné nádrži 0 V, při prázdné nádrži pak kolem 5 V. Proto



Obr. 32. Automatická anténa do auta



Obr. 33. Digitální měřič paliva

byla použita metoda předvolby při plné nádrži a odčítání.

Výstupní signál z obvodu snímače se přivádí přes diodu D_1 na neinvertující vstup IO_1 . D_1 , R_7 a C_1 redukuje kolísání indikace, způsobené přelíváním paliva. Rezistor R_1 a potenciometr P_1 nastavují napěťový zisk IO_1 , jehož výstup se přivádí na vstup IO_2 , zapojeného jako napěťově řízený oscilátor. P_2 a C_2 nastavují jmenovitý výstupní kmitočet. Výstupní signál IO_2 je zpracován hradlem NAND, invertován a přiveden na hodinový vstup vratného čítače s předvolbou, který je zapojen s obvodem IO_9 , IO_{10} a IO_{11} . Jsou to obvody typu 74LS192, výstup přenosu prvního obvodu je zapojen na hodinový vstup dalšího, atd. Všimněte si, že výstupní signál IO_2 je omezen Zenerovou diodou na 5 V, aby odpovídal vstupu IO_4 .

Obvod IO_3 typu 555 s připojenými součástkami určuje periodu aktualizace stavu čítače. IO_5 je dvojitý monostabilní multivibrátor. Obvod IO_3 začíná s výstupem ve stavu L, což dovoluje přivádět hodinové impulsy do čítačů. Po uplynutí nastaveného času přechází výstup IO_3 do stavu H, zastaví hodinové impulsy a spustí první monostabilní klopný obvod IO_{5a} . Tím budou „přidržené“ obvody IO_6 , IO_7 a IO_8 . Když toto přidržení skončí, spouští se druhý monostabilní klopný obvod IO_{5b} , přičemž se přednastaví údaje na přednastavovacích vstupech každého z čítačů 192. Údaje na přednastavovacích vstupech jsou nastaveny palcovými přepínači BCD. Všimněte si, že displeje LED nevyžadují sériové rezistory, rezistor pro

omezení proudu vyžaduje pouze desetinná tečka displeje LD_2 .

Pro kalibraci se P_3 nastaví na požadované trvání periody aktualizace, P_1 se nastaví tak, aby napětí na vývodu 6 obvodu IO_1 bylo 12 V. Nakonec, po těchto kalibracích, se P_2 nastaví tak, aby displej ukazoval známou zásobu paliva v nádrži, přednostně dosti malou (např. 4 až 5 litrů). Kapacita kondenzátoru C_2 ve schématu na obr. 33 odpovídá měření v galonech. Tuto kapacitu, která určuje kmitočet VCO, je třeba pro měření v litrech zmenšit – a experimentálně vyzkoušet (100 l \approx 26,4 gal.). Stabilizátor IO_{12} vyžaduje použít malý chladič.

Dekorační blikáč do automobilu

Známe to všichni – ty různé panenky s blikajícíma očima (podle např. směrovek),

sedící na přístrojové desce. Obvod na obr. 34 je poněkud složitější. Diody LED se rozsvěčují nejen v rytmu blikáče směrovek, při sešlápnutí brzdového pedálu, ale několikrát zablikají na řidiče vždy asi po jedné minutě. Pokud by taková „dekorace“ přispěla k pohodě při jízdě, můžete to zkusit.

Zapojení je napájeno přes diodu D_1 a kondenzátor 470 μ F. Obvod IO_1 typu 555 určuje interval jedné minuty, po jehož skončení se předává impuls obvodu IO_2 . Výstup IO_2 pak přechází do stavu H po dobu asi 4 až 5 sekund. Tím se umožní oscilace obvodu IO_3 a tím blikání diod LED. Rezistor 1 k Ω zajišťuje pracovní střidu kolem 50 %. Kondenzátor 100 μ F na výstupu IO_3 způsobuje, že rozsvícení a zhasínání diod je plynulé. Výběr figurky nebo „přišerky“, která bude vybavena blikajícíma očima, záleží na individuálním vkusu, což konečně platí vůbec pro aplikaci tohoto obvodu.

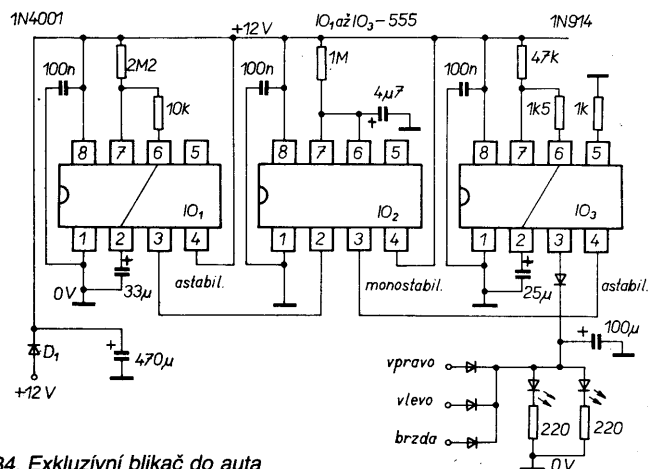
Obvod pro ovládání ventilátoru chladiče

Tento obvod řeší podobný problém, jako obvod na obr. 30. Je navržen univerzálně, pro aplikaci v různých typech automobilů, a řeší situaci, která vznikne při porušení původního teplotního spínače a náhradní není možné sehnat proto, že jde buď o zcela běžný vůz, nebo proto, že jde o dovezený vůz. I to se běžně stává.

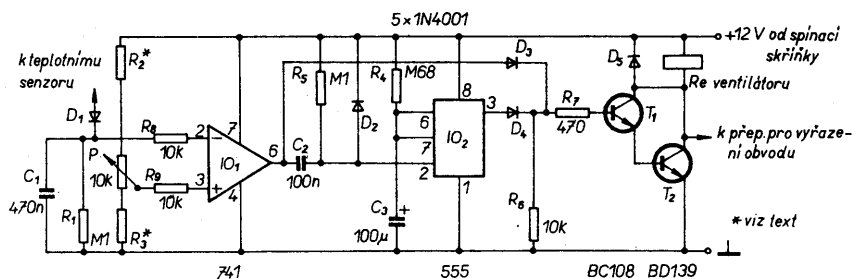
Schéma zapojení na obr. 35 ukazuje, že bude vyhovovat pro analogové elektronické snímače teploty chladičí kapaliny.

D_1 , C_1 a R_1 tvoří obvod typu sample and hold pro vozy, které používají pro přístroje impulsní stabilizaci napětí, například některé modely firmy Ford. Obvod IO_1 pracuje jako napěťový komparátor, jehož přepínací napětí se nastavuje potenciometrem P . Rezistory R_2 a R_3 jsou zvoleny tak, aby určily vhodný rozsah funkce P v určitém voze. V prototypu nebyly vůbec použity, což ovšem znamená, že malá změna nastavení P způsobí velkou změnu hraniční teploty. Kondenzátor C_2 a rezistor R_5 zajišťují krátký spouštěcí impuls (derivační obvod) pro časovač 555, když výstup IO_1 přejde ze stavu H do stavu L, dioda D_2 chrání obvod IO_2 před poškozením při přechodu výstupu IO_1 do stavu H. Obvod IO_2 je zapojen jako monostabilní, C_3 a R_4 jsou nastaveny na zpoždění kolem jedné minuty.

Diody D_3 , D_4 a rezistor R_6 tvoří logický součet pro buzení Darlingtonovy dvojice T_1



Obr. 34. Exkluzivní blikáč do auta



Obr. 35. Řízení ventilátoru chladiče

a T_3 (spínají relé). D_5 omezuje indukční špičky, které by mohly poškodit T_1 a T_2 . Rezistory R_8 a R_9 byly použity jako propojky pro vstupy obvodu 741 tak, aby bylo možné „prohodit“ vstupy komparátoru. Při P připojeném k vývodu 3 IO_1 musí se pro správnou funkci obvodu napětí teplotního čidla zmenšovat s rostoucí teplotou. Pro čidla, jejichž napětí se s rostoucí teplotou zvětšuje, je třeba zapojit vstup opačně.

Předpokládáme nyní stav podle obr. 35 a studený chladič. Na vývodu 2 IO_1 je „velké“ napětí z čidla, vývody 6 IO_1 i 3 IO_2 jsou ve stavu L, Re ventilátoru není sepnuto. Při dosažení nastavené hraniční teploty (P) přechází vývod 6 IO_1 do stavu H a přes D_3 spíná T_1 a T_2 , IO_2 je stále v předchozím stavu. Ventilátor ochlazuje chladič. Při poklesu pod hraniční teplotu přechází vývod 6 IO_1 do stavu L, sestupná hrana spustí přes C_2 , R_5 IO_2 na dobu asi 1 minutu – po tuto dobu je na vývodu 3 IO_2 úroveň H a ventilátor běží asi 1 minutu po poklesu teploty pod hraniční mez. Tím je zajištěna hystereze a vyloučeno rychlé spínání a vypínání relé.

Obvod byl navržen pro vozidla se záporným pólem baterie na kostře. Ventilátor se rozběhne asi po jedné minutě po nastartování motoru.

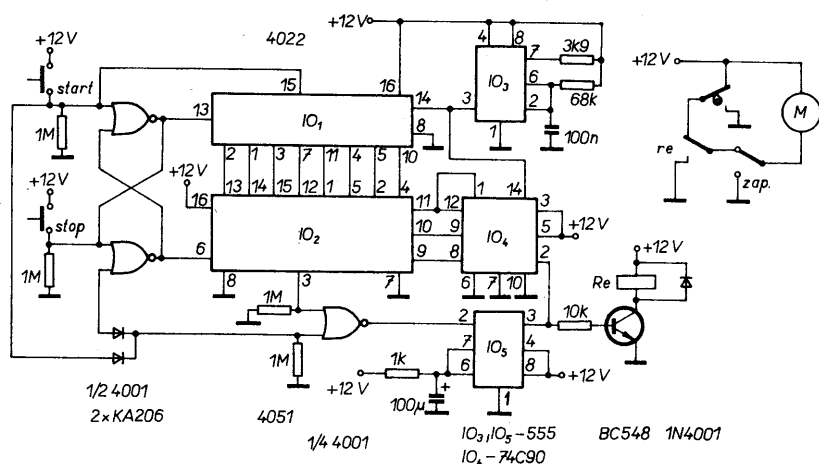
a zablokuje IO_2 . Tím se také spustí IO_5 a sepne relé, které způsobí zahájení cyklu stírání. Dojde také k mžikovému resetu IO_1 . Výstupy IO_1 začínají postupně přecházet do stavu H (každé dvě nebo tři sekundy od prvního do osmého výstupu), dokud nebude stisknuto tlačítko „stop“. Tím se nastaví klopný obvod, zablokuje IO_1 a aktivuje IO_2 , spustí IO_5 a je zahájen další cyklus stírání.

Impuls také vynuluje IO_4 . Tento obvod pokračuje v čítání od nuly, dokud na výstupu IO_2 nebude stejná úroveň jako na výstupu IO_1 . Pak je opět spuštěn obvod IO_5 , což vede k iniciování dalšího cyklu stírání a resetu IO_4 .

Tento programovaný časový interval bude pokračovat, dokud se opět nestiskne tlačítko „start“, aby se prodloužil nebo zkrátil časový interval mezi cykly stírání.

Automatický systém zalévání

Nedostatkem časově řízených systémů zalévání je to, že zalévají bez ohledu na to, jestli prší, je krupobíť, nebo svítí sluníčko. Popisovaný systém pro zalévání ve skleníku kontroluje úroveň vlhkosti v referenčním květináči. Když úroveň vlhkosti dosahuje předem nastavené velikosti, zapne se systém zalévání.



Obr. 36. Intervalový spínač s tlačítkovým ovládáním

Intervalový spínač stěračů s tlačítkovým ovládáním

Tento obvod je navržen pro ovládání relé, zahajujícího cyklus stírání. Schéma zapojení na obr. 36 ukazuje použitý princip. IO_3 je zapojen jako astabilní multivibrátor pro krocování Johnsonova čítače IO_1 a dekadického čítače IO_4 . IO_4 se používá pro adresování multiplexeru IO_2 . IO_5 je zapojen jako monostabilní klopný obvod pro generování krátkého impulsu při spuštění.

Když se stiskne tlačítko „start“, vynuluje se klopný obvod, čímž se aktivuje obvod IO_1 ,

Obvod, jehož schéma je na obr. 37, se skládá z dvojitého operačního zesilovače se vstupy FET. Jeden OZ je zapojen jako běžný relaxační oscilátor, jehož výstupní signál se přivádí na dělič napětí, skládající se z rezistoru R_4 a odporu mezi elektrodami, snímajícími vlhkost. Napětí z nich se usměrňuje diodou D_1 a filtruje kondenzátorem C_2 . Toto stejnosměrné napětí se přivádí na neinvertující vstup druhého operačního zesilovače, který pracuje jako komparátor s hysterezi (R_7). Úroveň zapínání se nastavuje potenciometrem P, který určuje úroveň vlhkosti, při které se systém zapíná.

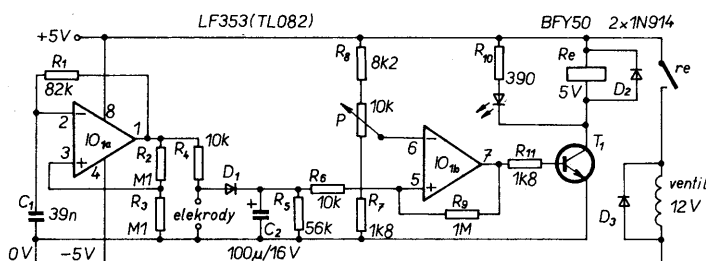
Výstup komparátoru je oddělen tranzistorem T_1 , který zapíná relé a indikační diodu LED. Kontakty relé spínají solenoidový ventil 12 V (ss) a jsou „odjiskřeny“ diodou D_3 . Odpor rezistoru, který je použit, vyhovuje pro květináče o průměru 100 až 150 mm, naplněné běžnou zemí pro květiny. Kapacita mezi elektrodami a velký odpor vede k tomu, že se dosahuje trojúhelníkového průběhu napětí. Elektrody jsou zhotoveny z materiálu pro desky plošných spojů (kupředu) o rozměrech 50×100 mm. Protože se na ně přivádí střídavé napětí, je koroze elektrod minimální. Jedna deska byla umístěna vodorovně u dna květináče, druhá byla umístěna svisle u stěny květináče. Tak se snímá vlhkost v celém objemu květináče, nejen v jeho horní části.

Střídavé napětí nemá záporný vliv na rostliny, proto je možné osadit referenční květináč typickou rostlinou. Po vložení elektrod rostlinu zaléváme a počkáme až vlhkost dosáhne požadovaného stupně. Pak otáčíme potenciometrem P pro nastavení vlhkosti, až jednotka kontroly vlhkosti právě sepne. Dále otočíme potenciometrem v opačném směru, aby přístroj vypnul – pak stačí postavit květináč do průměrné polohy ve skleníku a můžeme odpočívat a sledovat, jak systém pracuje.

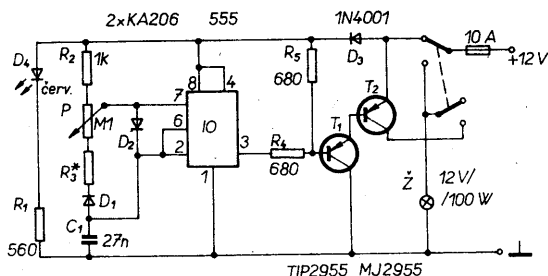
Stmívač pro přenosný bodový reflektor

Tento obvod vznikl z praxe a jejích potřeb. Autor používal při pohybu a práci v nočním terénu bodový reflektor 100 W, 12 V, napájený motocyklovým akumulátorem. Ten skutečně dosvítí daleko, při běžné chůzi je však světlo zbytečně silné a spotřeba z baterie zbytečně velká.

Obvod, jehož schéma zapojení je na obr. 38, se skládá z oscilátoru s obvodem 555 o proměnném poměru středy, který se nastavuje potenciometrem s lineárním průběhem odporové dráhy. Rezistor R_4 omezuje zatížení oscilátoru proudem do báze T_1 . D_3 je ochranná dioda proti přepólování bat-



Obr. 37. Automatické zalévání



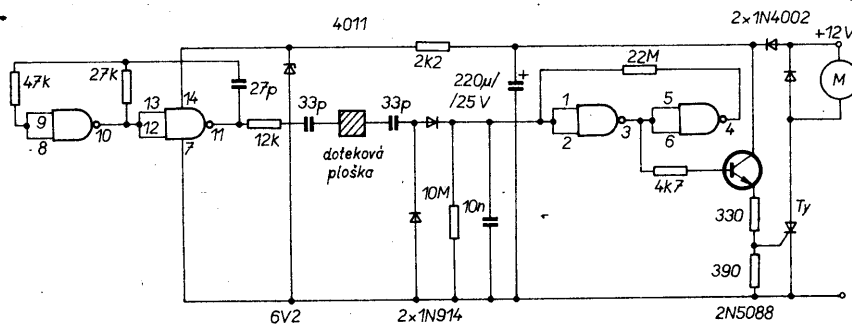
Obr. 38. Stmívač pro reflektor

rie. Dvoupólový prepínač musí byť dimenzovaný na 10 A, 12 V. Tranzistory T_1 a T_2 jsou izolované upevněny na duralovém chladiči o rozměrech asi 10×8 mm.

Provoz je velmi jednoduchý. Odpor rezistoru R_3 je zvolen tak, aby světlo žárovky odpovídalo požadavku na osvětlení při chůzi. Při potřebě intenzivnějšího osvětlení se nastaví potenciometr P podle potřeby (a při další činnosti může být vrácen zpět na minimum). Protože napájecí napětí žárovky má vysoký kmitočet, světlo neblíká a cíle, totiž úspory kapacity akumulátoru, je dosaženo.

Ovládání motoru dotykovým spínačem

Popsaný obvod (obr. 39) je vhodný pro ovládání motorků 12 V (ss) pomocí kapacitního spínače. Použití může najít především pro reklamní účely (elektromotorek se zapíná kapacitním spínačem ve výloze obchodu).



Obr. 39. Ovládání motoru dotekem

Oscilátor dodává napětí pro „kapacitní plošku“, umístěnou na vnitřní straně skla výlohy. Při přiblížení se k plošce o průměru 50 mm Schmittův klopný obvod sepne tyristor T_1 . Kondenzátor 10 nF zajišťuje prodloužení funkce o několik sekund po vzdálení ruky od ovládací plošky. Protože při použití stejnosměrného zdroje by byl tyristor trvale sepnut, je třeba použít nestabilizovaný, nefiltrovaný zdroj (usměrněné napětí). Použitý zdroj by měl být bezpečný, s použitím dvojí izolace.

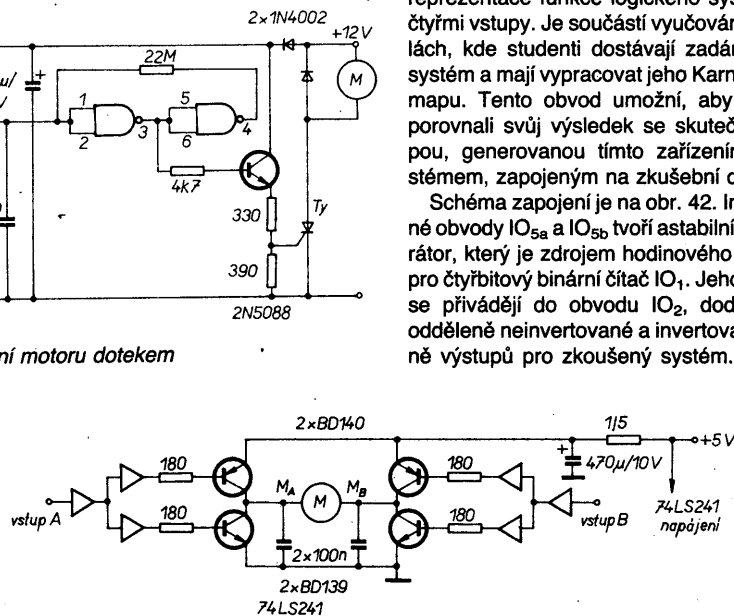
Pro přerušovaný provoz není třeba použít žádný chladič, proto může být celý spínač menší, než je dotyková ploška. Malé rozměry dovolují umístit spínač do malé těsné plastové krabičky (pro ochranu před vlhkostí prostředí). Zdroj napájení s dvojí izolací umožní provoz systému i na rizikových místech.

Logické řízení stejnosměrného motorku

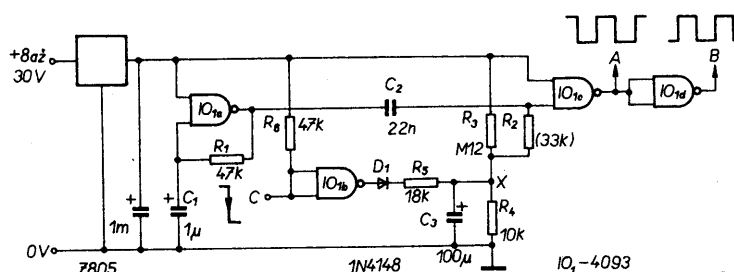
Obvod na obr. 40 je vhodný pro řízení malých stejnosměrných motorků, vyžadujících proud asi 400 mA při napájecím napětí 6 V. Výstup je funkcí logických signálů, přivedených na vstupy A a B podle následující tabulky:

Vstup A	Vstup B	M_A	M_B	Výsledek
0	0	+5 V	+5 V	motor vypnut
0	1	+5 V	zem	motor pracuje
1	0	zem	+5 V	obrátený chod
1	1	zem	zem	motor vypnut

Konstrukce je velmi jednoduchá, stačí malé nebo vůbec žádné chladiče, protože všechny tranzistory jsou buď otevřeny do plné saturace, nebo uzavřeny.



Obr. 40. Logické řízení ss motorku



Obr. 41. Digitální řízení serva

Digitální řídicí obvod serva

Popsaný obvod používá pro řízení servomotoru jednoduchou šířkovou modulaci. Servo je napájeno sérií impulsů, přičemž je poloha ramene serva určována kmitočtem a dobou trvání impulsů.

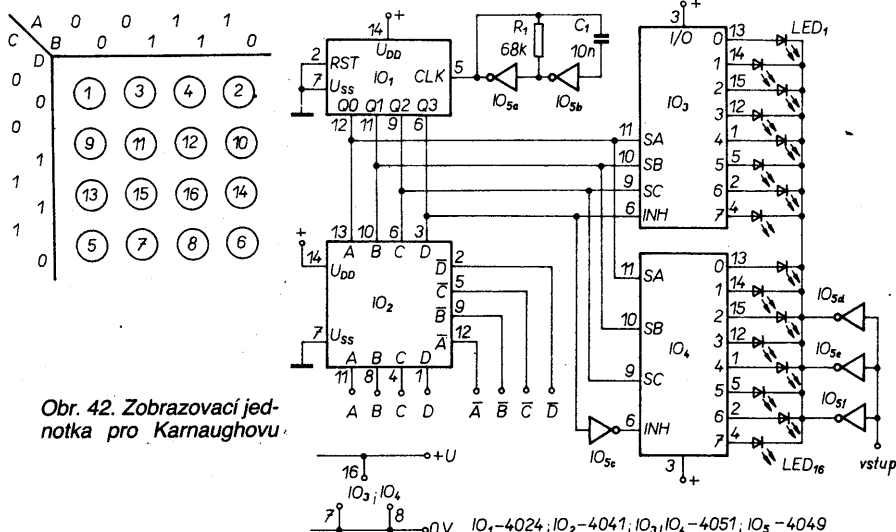
Jak je zřejmé ze schématu na obr. 41, IO_{1a} tvoří astabilní multivibrátor o kmitočtu kolem 70 Hz. Ten spouští obvod IO_{1c} , který produkuje impulsy o dobu, určenou článkem C_2 a R_2 . Obvod IO_{1d} může být použit pro invertování impulsů. Míra prodloužení impulsů závisí na napětí na konci rezistoru R_2 (bod X). To je zpočátku určeno napěťovým děličem, složeným z R_3 a R_4 – to platí, dokud je dioda D_1 polarizována v závěrném směru a R_5 je prakticky nepřipojen. Když však výstup IO_{1b} přechází do stavu H, napětí na děliči se zvětší a tím impuls prodlouží. Výstup IO_{1b} je řízen z bodu C. Protože IO_{1b} tvoří inverter, a protože bod C je připojen rezistorem R_6 ke kladnému napětí, je výstup za „normálních“ okolností ve stavu L. Bod C je uváděn do stavu L buď mechanickým spínačem nebo vnějším logickým obvodem.

S uvedenými součástkami se šířka impulsů mění od 0,9 ms do 1,9 ms. Většinu serv je možné používat se šířkami impulsů mezi 0,7 ms a 2 ms. Opakovací kmitočet impulsů může být až 200 Hz, s možností snížení až 1 Hz. Při velmi nízkých kmitočtech se však pravděpodobně pohyb serva stane trhavým.

Zobrazovací jednotka pro Karnaughovu mapu

Karnaughova mapa je běžným způsobem reprezentace funkce logického systému se čtyřmi vstupy. Je součástí vyučování ve školách, kde studenti dostávají zadán logický systém a mají vypracovat jeho Karnaughovu mapu. Tento obvod umožní, aby studenti porovnali svůj výsledek se skutečnou mapou, generovanou tímto zařízením, a systémem, zapojeným na zkušební desce.

Schéma zapojení je na obr. 42. Integrované obvody IO_{5a} a IO_{5b} tvoří astabilní multivibrátor, který je zdrojem hodinového kmitočtu pro čtyřbitový binární čítač IO_1 . Jeho výstupy se přivádějí do obvodu IO_2 , dodávajícího odděleně neinvertované a invertované úrovně výstupů pro zkušební systém. Výstupy



Obr. 42. Zobrazovací jednotka pro Karnaughovu.

čítače jsou také používány pro dekodování displeje – tři nejnižší platné bity jsou používány pro volbu v osmicebných analogových spínačích IO₃ a IO₄, nejvyšší platný bit se používá pro volbu čipu připojením neinvertované úrovně na vstup INH obvodu IO₃, a úrovně invertované (obvodem IO_{5c}) na vstup INH obvodu IO₄.

Výstup systému je připojen na vstup obvodu IO_{5d,e,f}. Když je tedy výstup systému H pro dané čtyřbitové číslo, pak výstup IO_{5d} atd. bude ve stavu L, bude protékat proud ze zdroje + přes zvolený analogový spínač (jehož odpor by měl být kolem 160 Ω) přes příslušnou diodu LED. Když je výstup systému ve stavu L, pak bude výstup IO_{5d} atd. ve stavu H a nebude protékat žádný proud.

To znamená, že rozsvícená dioda LED reprezentuje stav H systému a nerozsvícená dioda LED reprezentuje stav L.

Obr. 42 také ukazuje uspořádání displeje s diodami 1 až 16, potřebné pro dosažení požadovaného zobrazení Karnaughovy mapy.

Jednoduchý převodník A/D s indikací

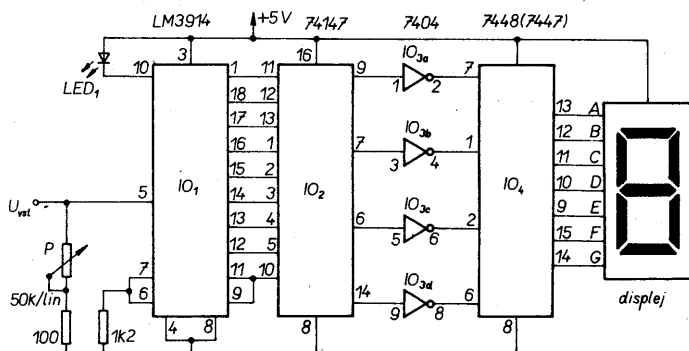
V tomto obvodu, podle schématu zapojení na obr. 43, se používá za základ jednoduchého analogově-digitálního převodníku pro nenáročnou aplikaci obvod budiče sloupce indikátoru LED. Tento IO₁, podle napětí přivedeného na vstup, změní stav výstupu jednoho ze svých deseti komparátorů na stav L. O tom, který výstup to bude, rozhoduje úroveň přivedeného vstupního napětí. Výstupy z IO₁ se přivádějí na vstupy IO₂, prioritního kodéru BCD z 9 na 4, jehož výstupní

úrovně jsou invertovány obvodem IO₃ a přivedeny na vstupy dekodéru BCD na sedmissegmentovou indikaci, IO₄. Když se na vstup IO₁ přivede určité napětí, jeden z jeho výstupů přejde do stavu L, jak již bylo uvedeno, což způsobí stejnou změnu na jednom ze vstupů IO₂ a nastaví se příslušný ekvivalent v kódu BCD na výstupu IO₂. Ten je pak dekodován do sedmissegmentového formátu obvodem IO₄.

Plný rozsah stupnice se nastavuje potenciometrem P. Protože IO₁ má deset výstupů, ale IO₂ má jen devět vstupů, byla na desátý výstup IO₁ zapojena dioda LED, která pracuje jako indikátor překročení rozsahu. Obvod typu LM3914, použitý jako IO₁, má lineární charakteristiku. Když je požadována logaritmická indikace, může být bez změny použit obvod typu LM3915. Je třeba si také uvědomit, že pro plný rozsah, např. 12 V, dojde ke změně výstupu pouze tehdy, když se napětí na vstupu komparátorů změní o nejméně 1,2 V nad původní mez.

Přes toto omezení může být obvod použit pro joystickové řízení počítačových her, expozimetry pro temnou komoru, teploměry (kde není požadována přesná indikace teploty), zkrátka pro všechny nenáročné aplikace, vyžadující indikaci analogového vstupu jednou číslicí.

Kuchařka bude pokračovat v příštím čísle (obr. 44 a další). Z dalších témat uvádíme: Napětím řízený oscilátor, Kouzelný zvonek, Tónem ovládaný spínač, Napájení LED z baterie 1,5 V atd. Hlavním námětem příštího čísla je **rušení a odrušování** elektronických zařízení (včetně např. radia CB, kabelové TV atd.).



Obr. 43. Jednoduchý převodník A/D s indikací

KONKURS AR

Podmínky konkursu AR na nejlepší radioamatérské konstrukce byly uveřejněny v AR A4/1992, uzávěrka konkursu je 4. září t.r. Pro letošní rok byla vyčleněna na odměny částka 30 000 Kčs. Pro mnohé ze zájemců by však měly být zajímavé i věcné prémie, které věnují naši sponzoři: F. Andrlik, FAN RADIO – vozidlovou radiostanicí Albrecht AE4200, pár kapesních občanských radiostanic Albrecht AE2002, dále pár občanských radiostanic Albrecht AE2001, GM Electronic – osciloskop Hung-Chang (2× 20 MHz); naše redakce se připojila ke sponzorům věcnou cenou pro radioamatéry-vysílače, a to transceiverem CW/SSB pro 144 MHz, RACOM R2CV.

Digitální indikátor radioaktivního záření

Černobyl, Jaslovské Bohunice, Temelín... Hrozí? Nehrozí? Jen otazníky. Na skládce, na zapomenutém místě je něco neznámého. Září? Nezáří? Nejsou tvárnice ve zdi radioaktivní? Kdo z běžných smrtelníků má indikátor radioaktivního záření? Zručný amatér může zhotovit docela slušný indikátor radioaktivního záření z dostupných součástek, jediným problémem je indikátor: Geiger-Müllerova trubice.

Náš trh ničím takovým neoplyvá. Do nedávna vše kolem radioaktivního záření bylo supertajné tabu. V armádě jsou tyto indikátory osazovány většinou starými, ale stále používanými sovětskými trubicemi GM:

Název	Velikost [mm]	Provoz. napětí [V]	Citlivé na záření	Výkon [R/h]
STS-5	Ø12×113	400	beta, gamma	0,3
SBM-20	Ø11×108	400	beta, gamma	0,3

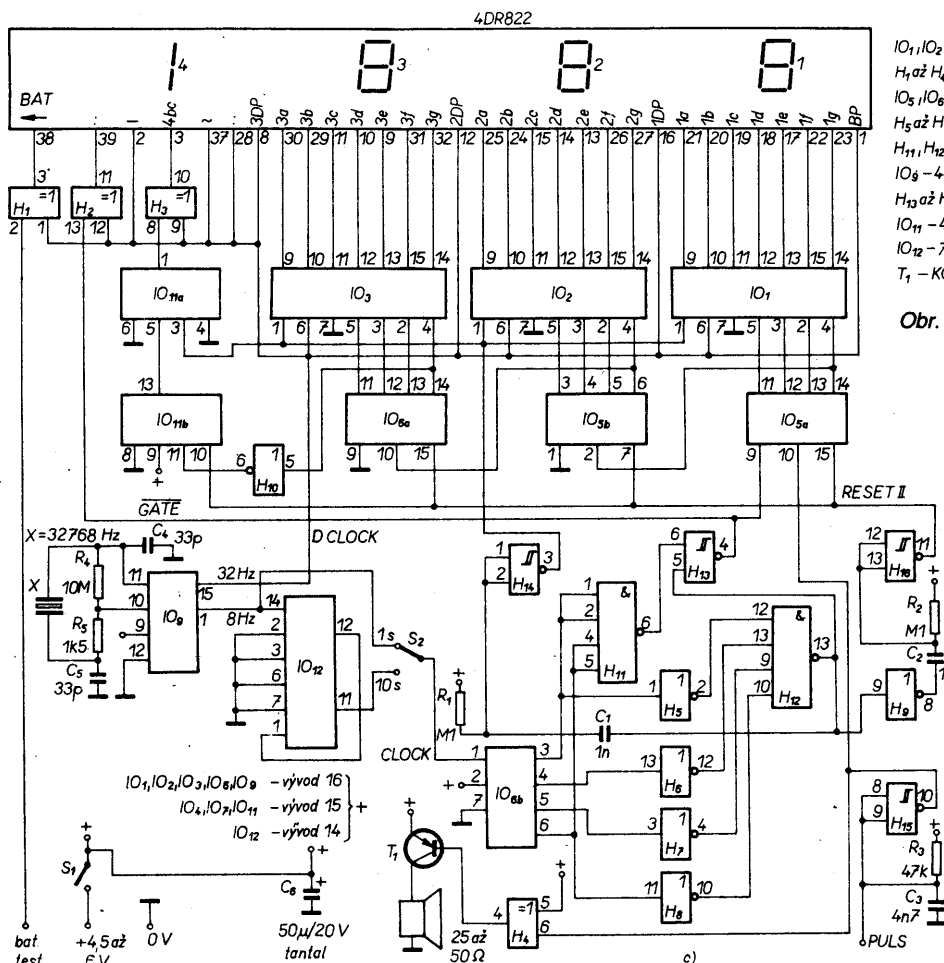
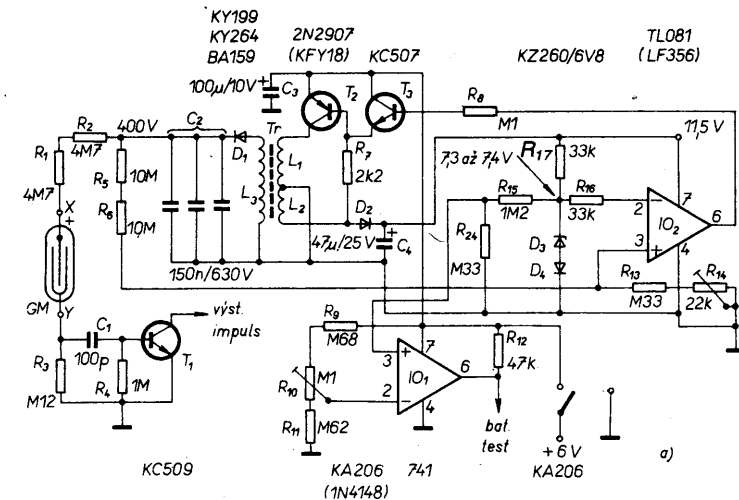
V Německu jsou k dostání moderní, mnohem citlivější trubice, které mají jiný tvar, některé s koncovým okénkem. Nejčastější jsou následující typy:

ZP 1400-MX147	Ø16×42	500	beta, gamma	1
ZP1310-MX150	Ø6,2×26	575	gamma (beta)	300

V Maďarsku jsou občas také k dostání trubice GM většinou z bývalé NDR.

Není úkolem tohoto článku pojednávat o problematice radioaktivního záření, o složitém měření ve starých nebo nových jednotkách. Náš přístroj bude indikovat a tím i čísli-

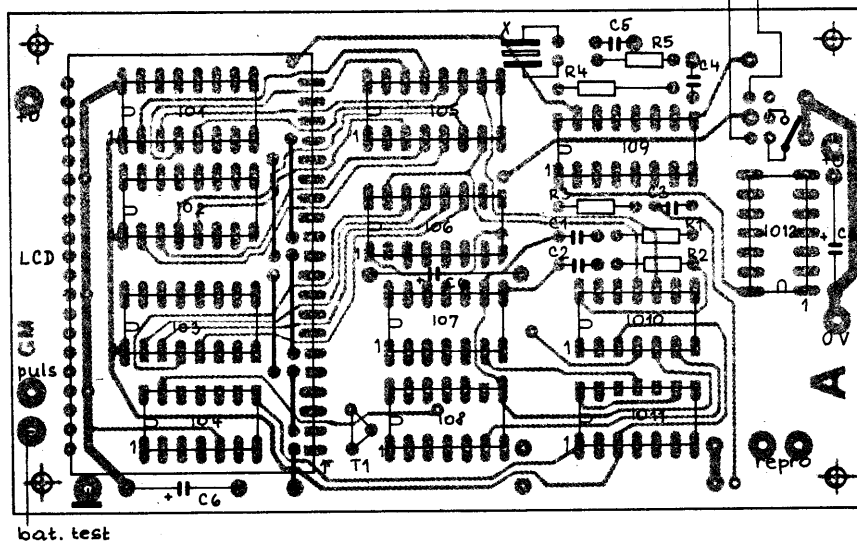
cově měřit počet odpadů částic za určitou časovou jednotku (jedna sekunda nebo 10 sekund) a zároveň každou částičku indikuje zvukem. Tím oznamuje četnost dopadů, tedy intenzitu záření. Nezbytným předpokladem pro převedení počtu dopadů na srozumitelnější údaj, tedy na R/h (nebo jeho zlomku), u kterého je již udáno, kde je hranice škodlivosti, je, abychom u každé trubice znali její charakteristiku. Bohužel u sovětských trubec tento graf nebylo možné vypátrat ani u uživatelů, podařilo se zjistit jen jeden orientační údaj:
 1 impuls za $1/4 s = 1 \mu R/h$, tedy 4 impulsy za $s = 1 \mu R/h$. U západních trubec z grafů (přiložených k trubici GM) vyplývá, že u ZP1400 kupř. $10 \text{ imp/s} = 1 R/h$, u ZP1210 tato dávka znamená 10 R/h (je tedy citlivější desetkrát).

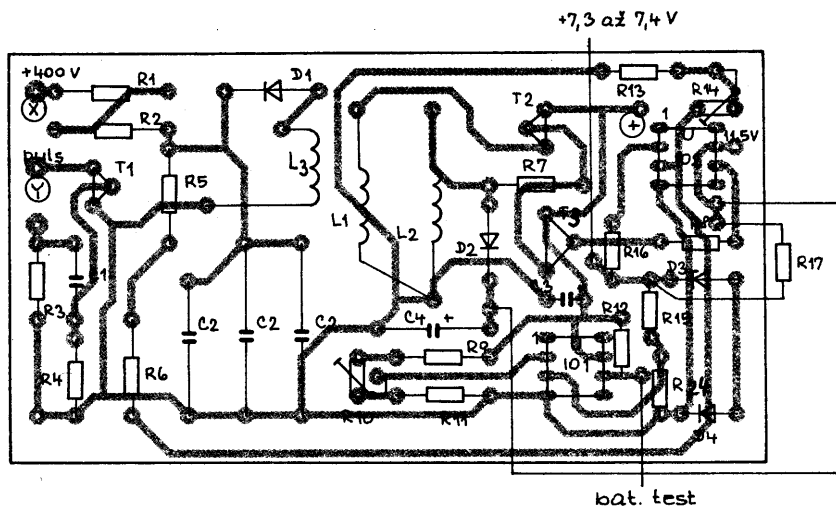


IO₁, IO₂, IO₃ - 4543
 H₄ až H₆ - IO₄ - 403C
 IO₅, IO₆ - 4518
 H₅ až H₁₀ - IO₇ - 4060
 H₁₁, H₁₂ - IO₈ - 74C20
 IO₉ - 4060
 H₁₃ až H₁₆ - IO₁₀ - 4093
 IO₁₁ - 4013
 IO₁₂ - 74C90
 T₁ - KC308

Obr. 71. Měnič vn (a), deska s plošnými spoji pro měnič (b) zapojení čítače (c), deska s plošnými spoji pro čítač (d, e), osazená deska A (f), použití 4012 místo 74C20 (g)

Lidstvo žije v prostředí, kde je neustále vystaveno radioaktivnímu záření. Toto záření je při „normálních“ okolnostech slabé a neškodné. Na zem neustále dopadají částice kosmického záření, přibližně každou sekundu dopadne na trubici GM jedna částice. To je tzv. pozadí, které přístroj stále indikuje číselně i zvukově. Má nesmírně malou hodnotu, jen zlomek $\mu R/h$. Kupř. číselník starého leteckého výškoměru (fosforující čísla) vyvolává ze vzdálenosti 2 až 3 cm asi 200 až 300 impulsů za sekundu, tzn. asi $50 \mu R/h$. Takové záření ještě nemá škodlivý vliv na člověka, ale žít stále v takovém prostředí již znamená určité nebezpečí.





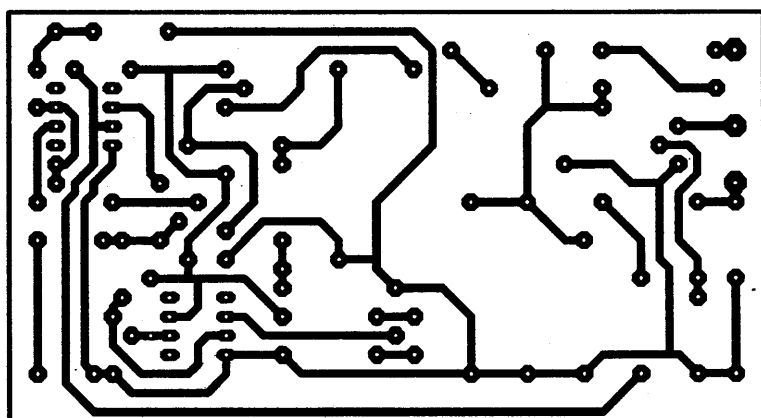
Jedná se vesměs o velmi slabé záření gamma, tj. tvrdé záření.

Náš přístroj se skládá ze dvou částí:

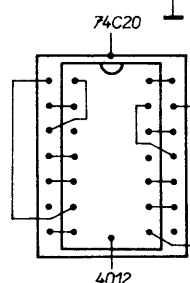
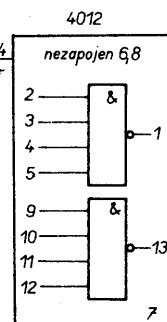
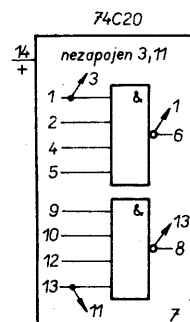
- měnič vysokého napětí se stabilizací,
- řídicí a vyhodnocovací obvod.

Měnič vysokého napětí se stabilizací

Zdroj našeho přístroje může mít napětí 4,5 nebo 6 V, odběr je kolem 50 mA. Je lépe použít 6 V, protože měnič bude pracovat (a vysoké napětí zůstává konstantní) i při poklesu napájecího napětí až do 4 V, tedy lze

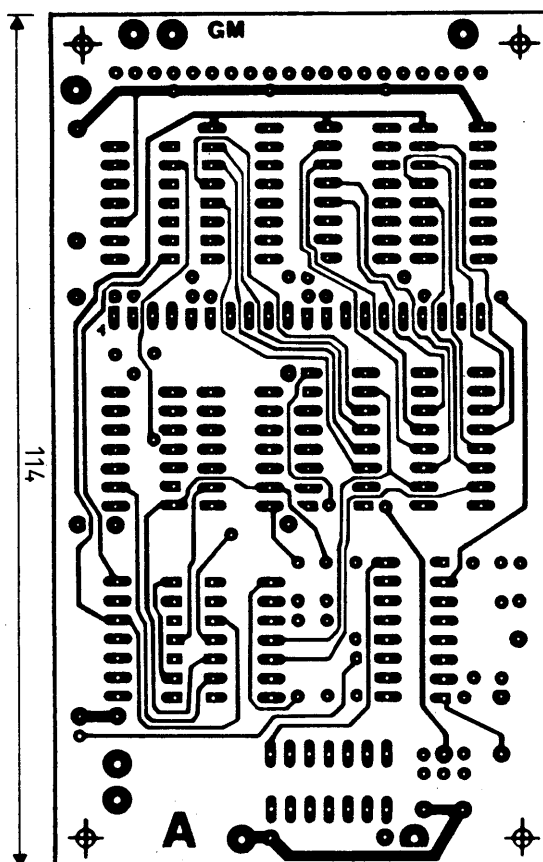
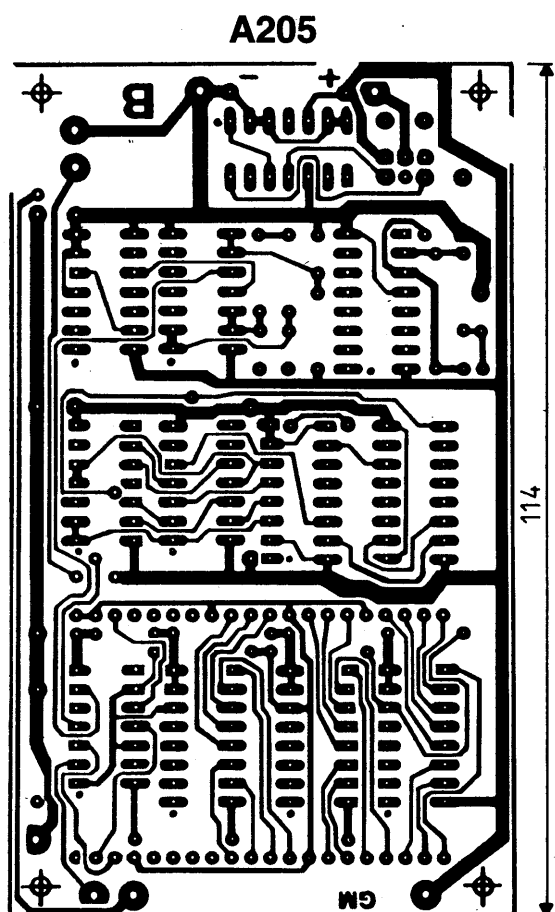


A204



g)

100 F. MRAVENC 3.20



použít i tužkové niklotadmiové akumulátory. Zapojení měniče je na obr. 71a. Měnič dává napětí 400 V a pomocný obvod kontroluje napětí baterie a indikuje jeho pokles, když už napětí baterie nestačí pro napájení měniče pro dosažení 400 V.

Měnič je jednočinný, skládá se z transformátoru Tr, z D₁, C₂, T₂ a R₇ a je doplněn stabilizačním obvodem. Feritový hrníček má průměr asi 25 mm, čím větší je číslo A_L (2000), tím lépe. Cívka L₃ má 700 až 1000 závitů (podle A_L) z lakovaného drátu o Ø 0,1 mm, a dobře ji izolujeme od ostatních vinutí. L₁ má 50, L₂ 20 závitů drátu o Ø 0,4 mm. Stabilizační obvod udržuje napětí měniče konstantní (400 V, nebo podle potřeby při jiné trubici GM), bez ohledu na změnu napětí baterie. Stabilizační obvod kompenzuje i změny teploty okolí. IO₂ pracuje jako komparátor a přes R₈ řídí tranzistor T₃. Referenční napětí, které získáváme diodami D₃, D₄ (je asi 7,3 V) přivádíme přes R₁₆ na invertující vstup OZ. Vysoké napětí na C₂ (složený z jednoho nebo několika kondenzátorů spojených paralelně) přivádíme na dělič R₅, R₆, R₁₃, R₁₄. Na neinvertujícím vstupu 3 IO₂ nastavíme napětí tak, aby bylo shodné s napětím na vstupu 2v okamžiku, kdy na C₂ bude přesně 400 V. Pokud je napětí na vstupu 3 menší, T₃ bude uzavřen a měnič pracuje. Když napětí na vstupech OZ budou shodná, obvod se překlopí, tím se otevře T₃ a zastaví činnost měniče. Napětí na C₂ se začne zmenšovat, znovu se otevře T₃ a měnič znovu doplní napětí na 400 V. Tímto způsobem se na kondenzátoru udržuje konstantní napětí s kolísáním asi 1 až 2 V. Pomocné napětí na C₄ je závislé na jakosti feritu a „rychlosti“ T₂, takže napětí 11,5 V může být i menší (až do 9,5 V).

Kontrolní obvod s IO₁ pracuje tak jako komparátor. Na neinvertujícím vstupu bude referenční napětí asi 1,5 V, na invertujícím bude napětí odpovídající stavu zdroje. Zmenší-li se napájecí napětí, výstup OZ přes hradlo vybudí příslušný znak na displeji, oznamující, že je třeba vyměnit baterie.

Vysokým napětím 400 V přes R₁, R₂ napájíme trubici GM. Při každém dopadu částic na trubici vznikne impuls, který přes kondenzátor C₁ vybudí tranzistor T₁ a vyhodnocovací část – vlastně čítač – impuls započítá.

Měnič se stabilizačním obvodem a kontrolou napětí baterie podle obr. 71a je na desce s plošnými spoji velikosti 55×100 mm podle obr. 71b. Trubice GM je připojena v bodech X a Y dvoužilovým nebo stíněným kabelem, který může být dlouhý až 1 m, musíme však dát pozor na dobrou izolaci.

Nejprve osadíme jen měnič a D₂, C₄, R₁₇, D₃ a D₄ a v kontrolních bodech měříme napětí, napájecí napětí použijeme jen 3 V. Vysoké napětí bude jen 280 až 300 V. Kdyby bylo menší, vývody L₃ zaměníme. Když měnič pracuje správně, osadíme desku a znovu zkusíme. Jakost T₂ je velmi důležitá. Výstupní napětí nastavíme trimrem R₁₄. Zmenšením odporu rezistoru R₁₃ zvětšujeme výstupní napětí, které se nemá měnit změnou napájecího napětí v rozmezí asi 3,5 až 6 V. Výstupní napětí měříme přístrojem s velkým vnitřním odporem. R₁₀ nastavíme tak, aby bod BAT.TEST při zmenšení napájecího napětí na 3,5 V měnil svůj stav.

Rídicí a vyhodnocovací obvod

Druhá část přístroje je vlastně digitální čítač, obr. 71c. IO₉ je krystalový oscilátor, který kmitá na 32 768 Hz, krystal je ze starých digitálních náramkových nebo podobných hodin. Obvod je i 14stupňovým binárním čítačem, kmitočet můžeme pozorovat osciloskopem na vývodu 9. Přesný kmitočet nemusíme nastavovat. Na výstupu 1 budeme mít k dispozici 8 Hz, hradlovací čas 10 s získáme dekadickým děličem 74C90. Přes S₂ signál o kmitočtu 0,8 Hz nebo 8 Hz přivádíme na řídicí vstup CLOCK. Úkolem řídicího obvodu je taktování signálů GATE, ENABLE a RESET, skládá se z IO_{6b} – čítače BCD – hradel a diferenčního členu RC. Doba GATE je 1 nebo 10 s. 1/2 IO₆ a 2× IO₅ jsou tři čítače BCD, zapojené za sebou a přes dekodéry IO₁ až IO₃ budí tři čísla displeje. První číslice – jednička – je buzena klopným obvodem IO_{11a}.

Signál z trubice GM přichází na vstup PULS, je formován hradlem H₁₅ spojeným se členem RC. R₃ je pracovním odporem tranzistoru T₁ z obr. 71a. BP (backplane) displeje nepřipojíme na zem (hrozilo by jeho zničení), ale na D CLOCK a tak pomocí hradel dostáváme řídicí pravoúhlé napětí 32 Hz. Další hradla aktivují dvojtečku a značku BAT (v našem případě šipku), oznamující, že se napětí baterie zmenšilo pod stanovenou mez. Dvojtečku na vývodu 39 použijeme na vizuální kontrolu hradlového času. Pokud se dvojtečka (ze znaku +) na levé straně displeje neobjeví, přístroj ukazuje výsledek předešlého měření. Nový údaj (za 1 nebo 10 sekund) se zapíše po rozsvícení dvojtečky. Tedy při hradlovacím času 1 s se dvojtečka objeví každou sekundu, při desetisekundovém po deseti sekundách. Nepoužitá segmenty displeje LCD jsou zapojeny na BP, aby kapacitní vazby nemohly rušit.

Pro množství pouzder (12 kusů IO+LCD) byla deska s plošnými spoji navržena jako oboustranná, nejlépe s prokovenými děrami. IO₁ až IO₄ jsou pod displejem, který je zasunut v rozříznuté objímce. Pro IO₈ až IO₁₂ můžeme použít objímky, pro ostatní není dostatek místa. Protože místa je málo, nebyl použit reproduktor, jen sluchátko do ucha.

Na obr. 71d a 71e je deska s plošnými spoji přístroje. Na straně A jsou součástky pájeny. Spínače S₁ a S₂ jsou „šoupací“ miniaturní přepínače, nejsou zapájeny do desky. Rozmístění součástek je na obr. 71f. IO₈ (74C20 nebo 74HC20) lze nahradit i běžnějším obvodem 4012, vývody však musíme přepojovat podle obr. 71g. Po správném zapojení by čítač měl pracovat na první zapojení. Stává se, že krystal nepracuje, zkusíme měnit C₄ a C₅, příp. zmenšit R₄. C₆ můžeme složit z několika kusů, na desce jsou tři místa.

Obě desky jsou spojeny distančními sloupky nad sebou (viz 3. strana obálky). Kdyby čítač začal kmitat, musíme desku měniče poněkud oddálit od čítače, příp. měnič odstínit. Trubice GM je připojena reproduktorovým konektorem, pro spojení můžeme použít i šroubovicové stočenou telefonní „šnúru“ od sluchátka. Tvar a rozměr krabice určuje velikost použitého zdroje. Přepínače jsou na boku krabice, vrchní, odnímatelné víko má okénko s výřezem a rámečkem pro pozorování displeje.

Trubici GM umístíme do trubičky odpoví-

dajícího průměru a délky. Bude-li trubice v kovovém krytu, dbáme o dobrou izolaci. Na kovovém krytu ponecháme na vhodném místě otvor, když jej přelepíme hliníkovou fólií, zamezíme dopadu záření beta.

Stavbu přístroje bych doporučil pro pokročilejší amatéry, protože propojování obousměrné desky s plošnými spoji vyžaduje určité zkušenosti a dávku vynalézavosti.

Rádiotechnika č. 5–6/1989

Seznam součástek

Neoznačené rezistory mohou být typu TR 191 nebo jiné miniaturní typy.

Součástky k obr. 71a

Rezistory

R ₁ , R ₂	4,7 MΩ, TR 192
R ₃	120 kΩ
R ₄	1 MΩ
R ₅ , R ₆	10 MΩ, TR 193
R ₇	2,2 kΩ
R ₈	100 kΩ
R ₉	680 kΩ
R ₁₀	100 kΩ, WN79010 (TP 112)
R ₁₁	620 kΩ
R ₁₂	47 kΩ
R ₁₃ , R ₂₄	330 kΩ
R ₁₄	22 kΩ, TP 112
R ₁₅	1,2 MΩ
R ₁₆ , R ₁₇	33 kΩ

Kondenzátory

C ₁	100 pF, keram.
C ₂	150 nF, MPT, TC 208, TC 341
C ₃	100 μF, TE 003
C ₄	47 μF, TF 009

Diody

D ₁	KY199, BA159
D ₂ , D ₄	KA206
D ₃	KZ260/6V8

Tranzistory a IO

T ₁	KC509
T ₂	2N2907 (KFY18)
T ₃	KC507
IO ₁	741
IO ₂	TLO81 (LF356)

Součástky k obr. 71 c

Rezistory

R ₁ , R ₂	100 kΩ
R ₃	47 kΩ
R ₄	10 MΩ, TR 193
R ₅	1,5 kΩ

Kondenzátory

C ₁ , C ₂	1 nF, keram.
C ₃	4,7 nF, keram.
C ₄ , C ₅	33 pF, keram.
C ₆	50 μF, TE 156

Integrované obvody

IO ₁ až IO ₃	4543
IO ₄	4030
IO ₅ , IO ₆	4518
IO ₇	4069
IO ₈	74C20 (4012, viz text)
IO ₉	4060
IO ₁₀	4093
IO ₁₁	4013
IO ₁₂	74C90

Ostatní součástky

krystal 32 768 Hz
displej LCD 4DR822
reproduktor 25 až 50 Ω

JEDNOČIPOVÉ MIKROPOČÍTAČE

Ing. M. Reznák

(Dokončení)

(Pak jsou doby bitů synchronizovány touto děličkou a ne signálem „zapiš do SBUF“).

Vysílání začíná aktivací signálu SEND, který vyše start-bit na vývod TxD. O jednu dobu bitu později je aktivován signál DATA, který uvolní výstupní bit přenosového posuvného registru na vývod TxD. Jednu dobu bitu potom se vykoná první posuvný impuls.

Protože se bity dat posouvají doprava, zleva jsou tam zapisovány samé „0“. Když je nejvyšší datový bit na výstupní pozici posuvného registru, pak „1“, která byla původně zavedena do 9. místa, je právě vlevo od nejvyššího datového bitu a všechna místa nalevo od ní obsahují nuly. Tento stav naznačuje řídicí jednotce vysílače, aby vykonala poslední posuv vlevo, pak deaktivovala signál SEND a nastavila „1“ TI. To probíhá v desátém cyklu přetečení děličky 16 po signálu „zapiš do SBUF“.

Přijem je inicializován detekcí přechodu z „1“ do „0“ na vývodu RxD. Pro tento účel je vývod RxD vzorkován rychlostí 16krát větší, než je použitá baudová rychlost. Jakmile je zjištěn přechod (z 1 do 0), 16bitová dělička je vynulována a do posuvného registru se запиše hodnota 1FFH. Vynulování předřazené děličky 16 způsobí srovnání jejich přetečení s mezemi času přijímaných bitů.

16 stavů čítače rozděluje každou dobu bitu na šestnáctiny. V 7., 8. a 9. stavu čítače u každé doby bitu vzorkuje detektor bitů hodnotu vývodu RxD. Akceptována je hodnota, která byla zjištěna nejméně ve dvou ze Jestliže je akceptovaná hodnota, která se přijme během doby prvního bitu (nenulová), přijímací obvody jsou vynulovány (reset) a jednotka se vrací zpět, aby vyhledala jiný přechod z „1“ do „0“. Tento fakt slouží k potlačení chybných start-bitů. Jestliže se start-bit ukáže platný, je posunut do vstupního posuvného registru a příjem zbývajících bitů bude pokračovat.

Protože bity dat vstupují zprava, jedničky vystupují zleva. Jakmile přijde start bit do levé krajní pozice posuvného registru (což je v režimu 1 9bitový registr), naznačí bloku řízení přijímače vykonání posledního posuvu, zavede SBUF a RB8 a nastaví RI. Signál k zavedení SBUF a RB8 a nastavení RI bude generován pouze tehdy, nastanou-li následující podmínky současně během doby posledního impulsu pro posun, který je generován:

1. RI = 0 a
2. buď SM2 = „0“ nebo přijímaný stop-bit = „1“

Jestliže tyto podmínky nenastanou, přijatá hodnota je definitivně ztracena. Nasta-

nou-li obě podmínky, stop-bit přijde do RB8, 8 bitů přejde do SBUF a RI je aktivováno. V této době, ať podmínky nastaly či nenastaly, se jednotka vrací zpět, aby vyhledala další přechod z „1“ na „0“ na vývodu RxD.

REŽIMY 2 a 3

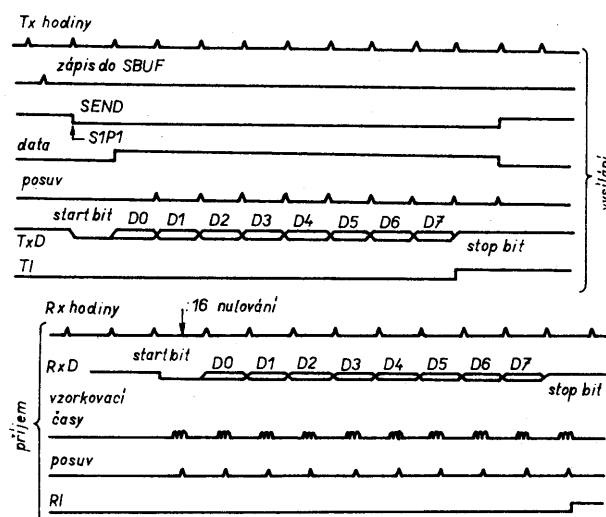
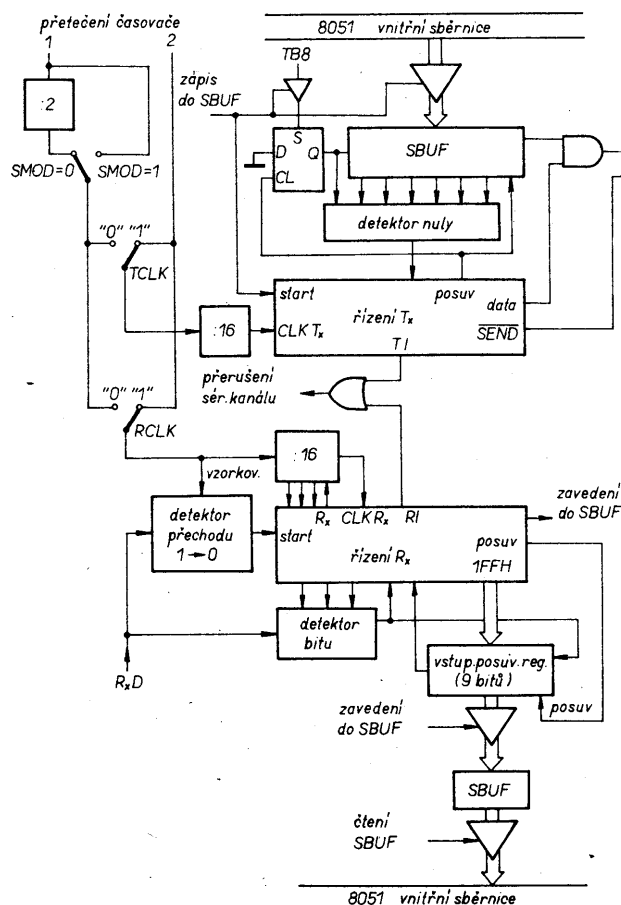
V těchto režimech je přenášeno 11 bitů (vysíláno přes vývod TxD nebo přijímáno přes vývod RxD). Jsou to start-bit (úroveň log. 0), 8 bitů dat (nejnižší bit je přenášen jako první). 9. programovatelný bit dat a stop-bit (úroveň log. 1). Při vysílání může být 9. bit dat (TB8) nastaven na „0“ nebo „1“. Při příjmu tento bit přechází do RB8 registru SCON. Baudová rychlost je programovatelná buď 1/32 nebo na 1/64 kmitočtu oscilátoru v režimu 2. V režimu 3 je proměnná baudová rychlost, která je generována buď časovačem 1 nebo 2 (záleží to na stavu TCLK a RCLK).

Na obr. 20 a 21 je funkční diagram sériového kanálu v režimech 2 a 3. Průběh „příjmu dat“ je přesně stejný s režimem 1. Průběh „vysílání“ se od režimu 1 odlišuje pouze v 9. bitu vysílacího posuvného registru.

Vysílání je inicializováno instrukcí, která má jako cílový registr SBUF. Signál „zapiš do SBUF“ také zavede hodnotu TB8 do místa 9. bitu vysílacího posuvného registru a naznačí řídicí jednotce vysílače, že je požadováno vysílání. Vysílání začíná ve stavu S1P1 strojového cyklu, který následuje za dalším přetečením děličky 16. (Pak jsou doby bitu synchronizovány čítačem a ne signálem z SBUF.)

Vysílání začíná aktivací signálu SEND, který pošle start-bit na vývod TxD. O jednu dobu bitu později je aktivován signál DATA, který uvolní výstupní bit přenosového posuvného registru na vývod TxD.

První impuls posuvu nastává o jednu dobu bitu později. První posuv nastaví „1“ (stop-bit) na místo 9. bitu posuvného registru. Potom jsou dovnitř zapisovány pouze samé nuly. Pak se bity dat posouvají doprava a nuly dovnitř vstupují zleva. Když je TB8 na výstupním místě posuvného registru, stop-



Obr. 19. Blokové schéma a průběhy sériového kanálu v režimu 1. TCLK, RCLK a časovač 2 jsou pouze u obvodů 8032/8052

bit je těsně vlevo od TB8 a všechna místa nalevo obsahují samé nuly. Tento stav naznačí řídicí jednotce vysílače, aby vykonala poslední posuv, pak deaktivovala signál SEND a nastavila TI do „1“. To nastane v jedenáctém cyklu přetečení děličky 16 po signálu „zapiš do SBUF“.

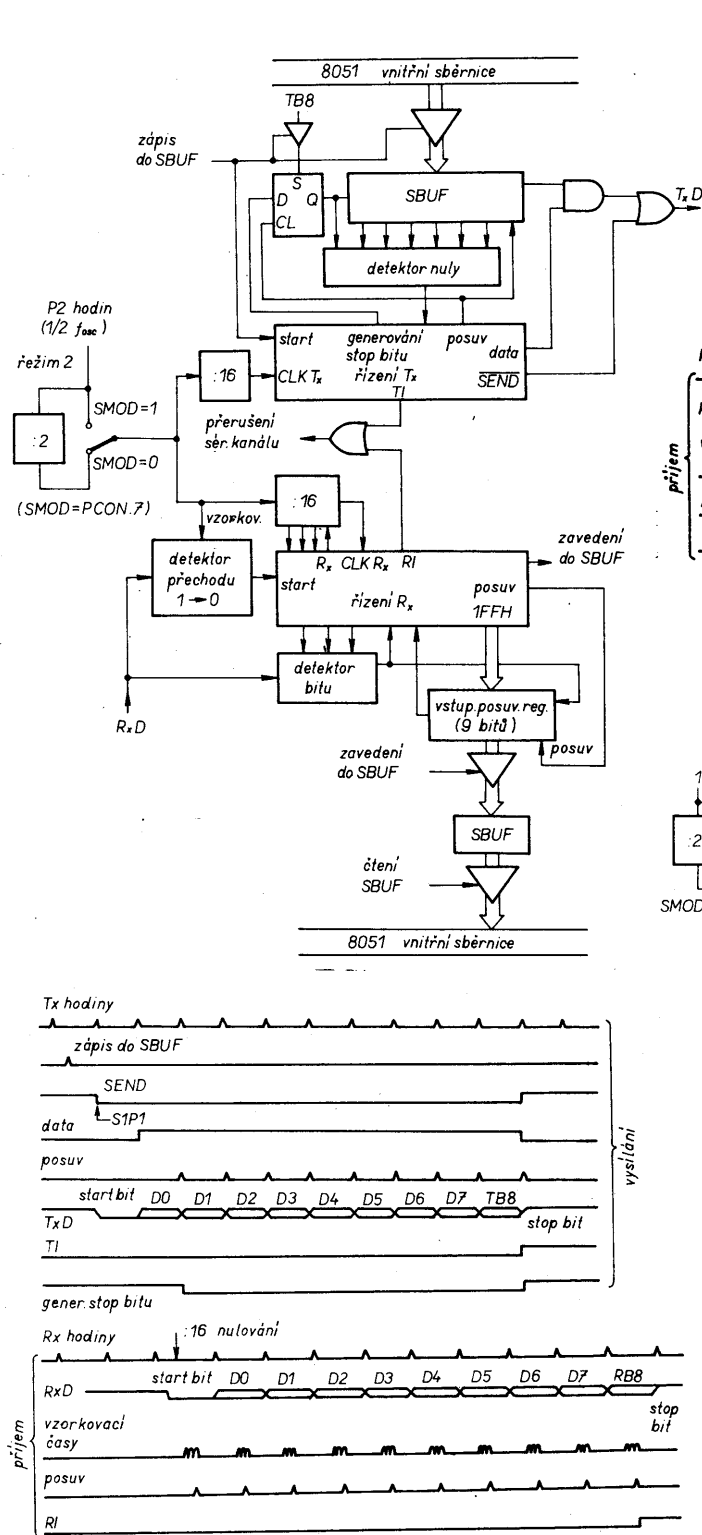
Příjem je inicializován detekcí přechodu z „1“ na „0“ na vývodu RxD. Za tím účelem je vývod RxD vzorkován rychlostí 16krát větší než je použitá baudová rychlost. Jakmile je přechod detekován, předřazená dělička

16 je bezprostředně vynulována a do vstupního posuvného registru je zapsána hodnota 1FFH.

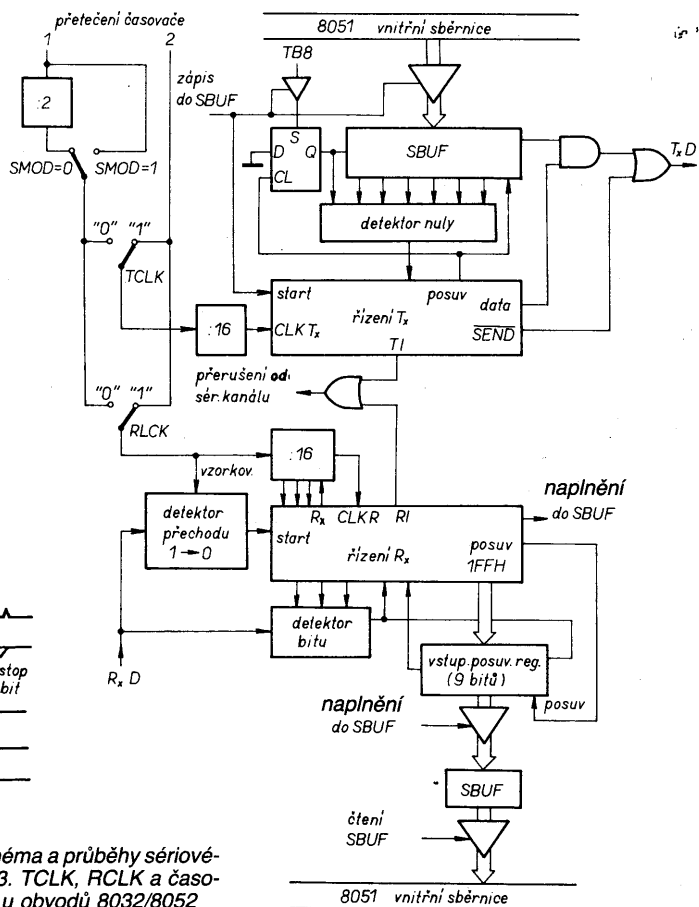
V 7., 8. a 9. stavu čítače každé doby bitu vzorkuje detektor bitu hodnotu na vývodu RxD. Je přijata taková hodnota, která se vyskytla nejméně ve dvou případech ze tří vzorků. Jestliže je hodnota akceptována během první doby bitu nenulová, přijímací obvody jsou vynulovány a jednotka se vrací zpět, aby vyhledala další přechod z „1“ na „0“. Jestliže je start bit platný, je posunut do

vstupního posuvného registru a přijetí zbylých dat bude pokračovat.

Protože bity dat vstupují zprava, jedničky vystupují zleva. Když je start bit v krajní levé pozici posuvného registru (který je v režimech 2 a 3 9bitový), naznačí řídicímu bloku přijímače vykonání posledního posuvu, zavede SBUF a RB8 a nastaví RI. Signál k zavedení SBUF a RB8 a k nastavení RI bude generován pouze tehdy, nastanou-li následující podmínky současně během doby posledního impulsu pro posuv:



Obr. 20. Blokové schéma a průběhy sériového kanálu v režimu 2



Obr. 21. Blokové schéma a průběhy sériového kanálu v režimu 3. TCLK, RCLK a časovač 2 jsou pouze u obvodů 8032/8052

1. RI = 0 a
2. buď SM2 = „0“, nebo přijatý 9. bit dat = „1“

Jestliže tyto podmínky nenastanou, přijatá hodnota je definitivně ztracena a RI není nastaven. Nastanou-li, přijatý 9. bit dat přejde do RB8 a prvních 8 bitů dat do SBUF. Jednu dobu později, ať uvedené podmínky nastanou či ne, se jednotka vrací zpět, aby vyhledala další přechod z „1“ na „0“ na vstupu RxD.

Poznamenejme, že hodnota přijatého stop-bitu je pro SBUF, RB8 a RI nepodstatná.

Přerušeni

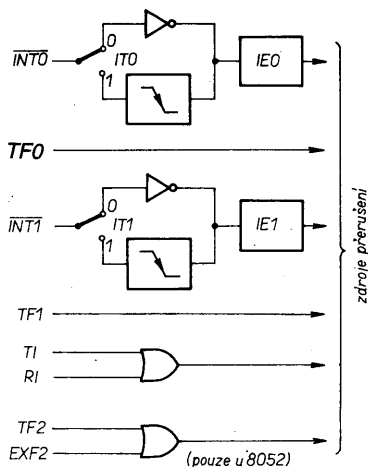
Jednočipové mikropočítače typu 8051 mají 5 zdrojů přerušeni, přičemž každý z nich může být naprogramován na jednu ze dvou priorit. Obvod 8052 má těchto zdrojů přerušeni 6. Vnější žádosti o přerušeni $\overline{INT0}$ a $\overline{INT1}$ mohou být v závislosti na nastavení bitů IT0 a IT1 v registru TCON aktivovány buď úrovní anebo hranou. Příznaky, které skutečně generují tato přerušeni, jsou bity IE0 a IE1 v registru TCON. Je-li vnější přerušeni nastaveno na aktivaci hranou, potom při generování tohoto přerušeni dochází ke skoku na obslužný podprogram tohoto přerušeni a příznak, který jej generoval, je hardwarově vynulován. Při nastavení vnějšího přerušeni na aktivaci úrovní (0), je skutečný příznak, který přerušeni generuje, ovládan vnějším zdrojem přerušeni (ne vnitřním hardware, jak tomu bylo v předchozím případě).

Přerušeni od časovačů 0 a 1 jsou generována příznaky TF0 a TF1. Tyto příznaky jsou nastaveny přetečením jejich registrů (kromě případu časovače 0 v režimu 3). Po generování přerušeni od časovače následuje skok na příslušný obslužný podprogram tohoto přerušeni a příznak, který jej generoval, je hardwarově vynulován.

Přerušeni od sériového kanálu je generováno buď příznakem RI nebo příznakem TI (logické OR těchto příznaků).

Tyto příznaky jsou obsaženy ve speciálním funkčním registru SCON. Žádný z těchto dvou příznaků není však při skoku na příslušný obslužný podprogram přerušeni od tohoto kanálu vynulován hardwarově. Obslužný podprogram musí sám zjistit, který příznak vyvolal přerušeni a potom jej vynulovat.

U obvodu 8052 je přerušeni od časovače 2 generováno příznaky buď TF2 nebo EXF2



Obr. 22. Zdroje přerušeni obvodů řady 8051/8052

Tab. 7. Priority zdrojů přerušeni

Č.	Zdroj přerušeni	Příznak	Priorita
1.	Vnější přerušeni 0 Přetečení čítače/ časovače 0	IE0 TF0	nejvyšší
3.	Vnější přerušeni 1 Přetečení čítače/ časovače 1	IE1 TF1	
5.	Sériový kanál	RI+TI	nejnižší
6.	Přerušeni čítače/ časovače 2	TF2+EXF2	

(logické OR těchto příznaků). Při skoku na příslušný obslužný podprogram tohoto časovače není však žádný z nich vynulován hardwarově. Obslužný podprogram musí opět sám zjistit, který příznak byl zdrojem přerušeni a potom jej vynulovat.

Všechny uvedené příznaky, které generují přerušeni, mohou být nastavovány nebo nu-

Obr. 23. Registr povolení přerušeni (Interrupt Enable Registr)

Nejvyšší bit				Nejnižší bit			
EA	X	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0
Pozice	Symbol	Funkce					
IE.7	EA	Zakazuje všechna přerušeni. Je-li EA = 0, žádné přerušeni nebude potvrzeno; je-li EA = 1, přerušeni od jednotlivých zdrojů jsou individuálně povolována či blokována nast./nul. příslušných bitů					
IE.5	ET2	Povoluje nebo blokuje přerušeni vyvolané přetečením časovače 2 nebo přerušeni zachytného registru. Je-li ET2 = 0, přerušeni od časovače 2 je blokováno					
IE.3	ET1	Blokuje nebo uvolňuje přerušeni od přetečení časovače 1. Je-li ET1 = 0, přerušeni časovače 1 je blokováno					
IE.1	ET0	Blokuje nebo uvolňuje přerušeni od přetečení časovače 0. Je-li ET0 = 0, přerušeni časovače 0 je blokováno					
IE.4	ES	Povoluje nebo blokuje přerušeni od sériového kanálu. Je-li ES = 0, přerušeni je blokováno					
IE.2	EX1	Povoluje nebo blokuje vnější přerušeni 1. Je-li EX1 = 0, vnější přerušeni 1 je blokováno					
IE.0	EX0	Povoluje nebo blokuje vnější přerušeni 0. Je-li EX0 = 0, vnější přerušeni 0 je blokováno					
IE.6	-	rezervováno					

Obr. 24. Registr priorit přerušeni (Interrupt Priority registr)

Nejvyšší bit				Nejnižší bit			
X	X	PT2	PS	PT1	PX1	PT0	PX0
Pozice	Symbol	Funkce					
IP.5	PT2	Definuje hodnotu priority přeruše- ní od časovače 2. Je-li PT2 = 1, má vyšší prioritu					
IP.4	PS	Definuje hodnotu priority přeruše- ní od sériového kanálu. Je-li PS = 1, má vyšší hodnotu priority					
IP.3	PT1	Definuje úroveň priority přerušení od časovače 1. Je-li PT1 = 1, má vyšší prioritu					
IP.2	PX1	Definuje úroveň priority vnějšího přerušení, je-li PX1 = 1, má vyšší prioritu					
IP.1	PX0	Definuje úroveň priority přerušení od časovače 0. Je-li PT0 = 1, má vyšší prioritu					
IP.0	PX0	Definuje úroveň priority vnějšího přerušení 0. Je-li PX0 = 1, má vyšší prioritu.					
Pozice IP.7 a IP.6 jsou rezervovány.							

lovány softwarově. Výsledek je stejný, jako by byly ovládány hardwarově. Znamená to, že softwarem je možné např. přerušeni generovat nebo neobsloužená přerušeni zrušit.

Každé přerušeni vyvolané těmito zdroji může být povoleno nebo blokováno nastavením („1“) nebo vynulováním bitu ve speciálním funkčním registru IE (viz obr. 23). Zdroje přerušeni jsou na obr. 22.

Je nutno povšimnout si registru IE, který obsahuje bit EA, kterým je možné globálně zablokovat všechna přerušeni najednou.

Struktura úrovní priorit přerušeni

Každý zdroj přerušeni může být také individuálně naprogramován jako zdroj přerušeni s vyšší prioritou nebo zdroj přerušeni s nižší prioritou. Tomuto účelu slouží bit ve speciálním funkčním registru IP (možno jej nastavit nebo vynulovat), viz obr. 24.

Přerušeni nižší priority může být ještě přerušeno přerušeni s vyšší prioritou, ale nemůže být přerušeno jiným přerušeni nižší priority. Přerušeni s vyšší prioritou nemůže být přerušeno. Aby mohla tato pravidla platit, systém přerušeni obsahuje dva neadresovatelné klopné obvody. Jeden indikuje, zda je přerušeni s vyšší prioritou obsluhováno a blokuje všechna další přerušeni. Druhý indikuje obsluhu přerušeni s nižší prioritou a blokuje všechna přerušeni kromě těch s vyšší prioritou.

Jsou-li současně přijaty dvě žádosti o přerušeni s různou úrovní, je obsluhováno přerušeni s vyšší úrovní. V případě, že dvě žádosti o přerušeni, které mají stejnou prioritu, jsou přijaty zároveň, vnitřní rozhodovací obvod určí, která žádost bude obsluhována.

Dá se tedy říci, že každá úroveň priorit přerušeni má svou nižší podstrukturu, o které rozhoduje vnitřní logika – to se však týká pouze současných žádostí o přerušeni stejné úrovně.

Zpracování přerušeni

Příznaky přerušeni jsou vzorkovány ve stavu S5P2 během každého strojového cyklu. Tyto vzorky jsou potom testovány v průběhu následujícího strojového cyklu. Jestliže některý z příznaků byl během vzorkování nastaven, vnitřní logika obvodu jej vyhledá a přerušovací systém vytvoří instrukci LCALL na adresu příslušného obslužného podprogramu – to vše za předpokladu, že hardwarově generovaná instrukce LCALL není blokována jednou z následujících podmínek:

1. Přerušeni se stejnou nebo vyšší prioritou již probíhá.
2. Probíhající strojový cyklus není posledním cyklem při vykonávání instrukce. (Jinými slovy, žádná žádost o přerušeni nebude povolena, dokud instrukce nebude vykonána kompletně.)
3. Prováděna instrukce je RETI nebo přístup do speciálního funkčního registru IE nebo IP. (Jinými slovy, žádná žádost o přerušeni nebude akceptována při provádění instrukce RETI, nebo při zápisu do nebo čtení z registrů IE a IP.)

Jakákoli z těchto 3 podmínek způsobí zablokování volání obslužného podprogramu. 2. podmínka zajišťuje, že před odsko-

kem do obslužného podprogramu bude zpracovávána instrukce dokončena. 3. podmínka zajišťuje, že přinejmenším jedna další instrukce bude provedena, než nastane odskok na obslužný podprogram přerušení.

Testování hodnot příznaků přerušení, jak již bylo uvedeno, se opakuje každý strojový cyklus. Testovány jsou hodnoty, který byly přítomny ve stavu S5P2 předcházejícího strojového cyklu. Nutno ovšem poznamenat, že může dojít ke stavu, kdy příznak přerušení je nastaven (je aktivní), avšak není akceptován z důvodu blokování již dříve uvedenými podmínkami. Jestliže v době, kdy blokovací podmínky již pominou, příznak přerušení již není nastaven, nebude toto přerušení obslouženo. Jinými slovy, není pamatováno na fakt, kdy příznak přerušení byl jednou nastaven, avšak nebyl obsloužen. Každý testovací a vzorkovací cyklus je nový.

Testovací cyklus a volací sekvence obslužného podprogramu je na obr. 25.

U tohoto obrázku je dobře si všimnout faktu, že přijde-li žádost o přerušení vyšší priority před stavem S5P2 strojového cyklu, označeného C3, potom podle dříve uvedených pravidel dojde k volání obslužného podprogramu během cyklů C5 a C6. Žádná instrukce obslužného podprogramu přerušení nižší priority nebude provedena.

Procesor potvrdí žádost o přerušení provedením hardwarově generovaného volání příslušného obslužného podprogramu.

V některých případech navíc vynuluje příznak, který přerušení generoval. Nikdy však nejsou nulovány příznaky přerušení od sériového kanálu a časovače 2 (to musí být provedeno programově). Příznaky vnějších přerušení IE0 a IE1 nuluje pouze tehdy, jsou-li aktivovány hranou. Hardwarově generované volání obslužného podprogramu (LCALL) schovává obsah čítače programu (PC) do zásobníku (neschovává však obsah stavového slova programu PSW) a naplní programový čítač PC adresou, která závisí na zdroji přerušení (viz tab. 8).

Tab. 8. Zdroje přerušení a příslušné adresy

Zdroj přerušení	Příznak	Adresa
Vnější přerušení 0	IE0	0003H
Přetečení časovače 0	TF0	000BH
Vnější přerušení 1	IE1	0013H
Přetečení časovače 1	TF1	001BH
Sériový kanál	RI+TI	0023H
Přerušení od časovače 2	TF2+EXF2	002BH

Provádění programu pokračuje od této adresy, dokud se neobjeví instrukce RETI. Instrukce RETI vymaže klopný obvod, který slouží k rozlišení úrovně priority, a který byl nastaven při potvrzení tohoto přerušení. Dále tato instrukce informuje procesor, že je

poslední instrukcí obslužného podprogramu. Pak se vyzvednou horní 2 bity ze zásobníku a znovu se zavedou do čítače programu. Vykonávání přerušeného programu pokračuje z toho místa, kde byl přerušen.

Pozn.: Jednoduchá instrukce RET by také vrátila řízení do přerušeného programu, avšak řídicí systém přerušení by nepoznal návrat z obslužného podprogramu.

Vnější přerušení

Vnější zdroje přerušení mohou být naprogramovány tak, že přerušení je aktivováno buď úrovní nebo hranou signálu nastavením nebo vynulováním bitu IT1 nebo IT0 v registru TCON. Jestliže je ITx = 0, vnější přerušení je spuštěno detekováním nulové úrovně na vývodu INTx. Jestliže je ITx = 1, vnější přerušení je spuštěno po detekování hrany signálu. Jestliže tedy vzorky z vývodu INTx jsou v jednom cyklu vysoké úrovně a v druhém cyklu nízké, nastaví se příznak žádosti o přerušení IE v registru TCON. Tento příznakový bit pak žádá o přerušení.

Protože jsou vývody vnějšího přerušení vzorkovány jednou během každého strojového cyklu, vysoká nebo nízká úroveň vstupu by se měla udržet nejméně po 12 period oscilátoru, aby se zajistilo správné vzorkování. Jestliže je vnější přerušení aktivováno hranou signálu, vnější zdroj musí udržet vstup žádosti na vysoké úrovni přinejmenším po dobu jednoho cyklu a na nízké úrovni také nejméně jeden cyklus. Příznak žádosti o přerušení IEx je po zjištění tohoto přechodu nastaven. CPU automaticky vynuluje IE, jakmile bude vyvolán obslužný program.

Jestliže je vnější přerušení aktivováno úrovní, vnější zdroj musí udržet žádost na aktivní úrovni tak dlouho, dokud vyžádané přerušení nebude skutečně generováno. Pak musí zrušit tuto žádost ještě před tím, než bude obslužný program přerušení kompletní, jinak by bylo generováno přerušení další.

Doba odezvy

Úrovně signálů INT0 a INT1 jsou invertovány a zachyceny ve vnitřních záchytných (holding) registrech IE0 a IE1 během stavu S5P2 každého strojového cyklu. Jejich hodnoty nejsou obvodem testovány až do příštího cyklu. Jestliže je žádost o přerušení aktivní a podmínky pro její potvrzení jsou v pořádku, hardwarové volání do obslužného programu se začne provádět jako příští instrukce. Volání samo o sobě trvá dva cykly. Pak tedy mezi aktivací žádosti o vnější přerušení a začátkem provádění první instrukce obslužného programu uplynou minimálně 3 úplné strojové cykly. Obr. 25 ukazuje časování odpovědi na žádost o přerušení.

Kdyby byla žádost o přerušení blokována některou z dříve uvedených tří podmínek, mohlo by to způsobit delší čas odpovědi. Jestliže je již zpracováváno přerušení stejné nebo vyšší priority, přídavný čas čekání sa-

mozřejmě závisí na povaze obslužného programu tohoto přerušení. Jestliže instrukce, která se právě provádí, není ve svém posledním cyklu, přídavný čas čekání nemůže být delší než 3 cykly, protože nejdelší instrukce MUL a DIV trvají 4 cykly. Jestliže je prováděná instrukce RETI nebo přístup do IE nebo IP, přídavný čas čekání může být delší než 5 cyklů (1 cyklus pro komplementaci právě prováděné instrukce + 4 cykly ke komplementaci příští instrukce, jestliže tou je MUL nebo DIV). V systému s jedním přerušením je čas odpovědi vždy delší než 3 cykly a kratší než 8 cyklů.

Krokování obvodu 8051

Přerušovací struktura obvodu 8051 umožňuje krokování programovou cestou. Jak již bylo uvedeno dříve, žádost o přerušení nebude akceptována, pokud je zpracováváno přerušení stejné priority, nebo pokud nebyla provedena alespoň jedna další instrukce po instrukci RETI. Pokud tedy začal probíhat obslužný podprogram přerušení, není možné jej znovu přerušit, aniž by byla alespoň jedna instrukce tohoto podprogramu provedena. Jedním ze způsobů využití této vlastnosti pro krokování obvodu 8051 je naprogramovat jedno ze dvou vnějších přerušení (řekněme INT0) tak, aby bylo aktivováno úrovní (log. 0). Obslužný podprogram takového přerušení bude potom zakončen následujícím sledem instrukcí:

JNB P 3.2, \$: čekej, pokud je vývod INT0 na úrovni „0“,

JB P 3.2, \$: čekej, pokud je vývod INT0 na úrovni „1“,

RETI : návrat do hlavního programu a provedení další jedné instrukce.

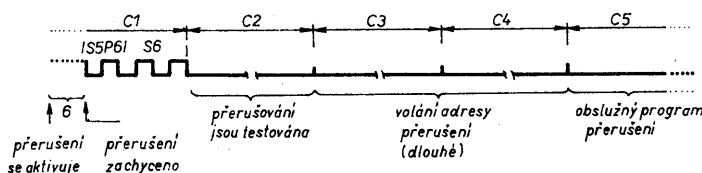
Funkce: Jestliže vývod INT0 (externí vstup přerušení 0), který je spojen s vývodem 3. kanálu, P3.2, je držen na úrovni „0“, CPU začne správně provádět obslužný podprogram pro vnější přerušení 0 a bude jej provádět tak dlouho, dokud tento vývod nedodá jedničkový impuls (přechod z 0 do 1 a zpět do 0). Poté bude provedena instrukce návratu (RETI) do hlavního (krokovacího) programu, provede se 1 instrukce tohoto programu a okamžitě se zpracovávání vrátí do obslužného podprogramu vývodu P3.2 a celý průběh se bude opakovat. Tímto způsobem je možné program krokovat (co impuls, to provedení 1 instrukce).

Nulování (RESET)

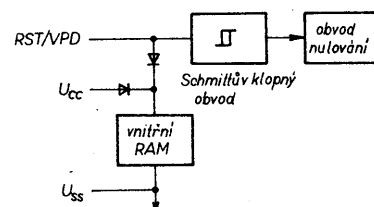
Obvod nulování u verze mikropočítače HMOS typu 8051 je spojen s vývodem nulování RST/VPD (obr. 26). Schmittův klopný obvod je na vstupu používán pro potlačení šumu. Výstup ze Schmittova obvodu je vzorkován obvodem nulování během stavu S5P2 každého strojového cyklu.

Uspořádání ve verzi CHMOS je na obr. 27.

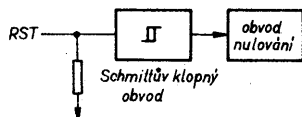
Obvody obou verzí se nuluji tím, že úroveň na vývodu RST/VPD je udržována vysoká



Obr. 25. Časový diagram odezvy na přerušení



Obr. 26. Nulovací vstup RST/VPD u verze HMOS



Obr. 27. Nulovací vstup RST/VPD u verze CHMOS

přinejmenším po dobu dvou cyklů (24 period oscilátoru), zatímco je oscilátor v chodu. CPU odpoví provedením vnitřního nulování a konfiguruje vývody ALE a PSEN jako výstupy. (Jsou kvazi-obousměrné). Vnitřně je obvod nulován během druhého cyklu, v němž má RST vysokou úroveň a nulování se opakuje až do té doby, než RST přejde na nízkou úroveň. Obsahy vnitřních registrů budou po nulování podle tab. 9.

Tab. 9. Obsahy registrů po nulování

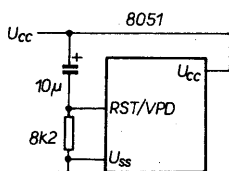
Registr	Obsah
PC	000H
ACC	00H
B	00H
PSW	00H
SP	07H
DPTR	0000H
PO-P3	0FFH
IP	(XX000000)
IE	(0X000000)
TMOD	00H
TCON	00H
TH0	00H
TL0	00H
TH1	00H
TL1	00H
SCON	00H
SBUF	náhodný
PCON (HMOS)	0XXXXXXB
PCON (CHMOS)	0XXX000B
Pro obvody 8052:	
IP	XX00000B
IE	0X00000B
T2CON	00H
RCAP2H	00H
RCAP2L	00H

Na vnitřní paměť RAM nulování nepůsobí. Po zapnutí je její obsah náhodný (pokud se nejedná o zapnutí z režimu s redukováním příkonem).

Nulování při zapnutí

Automatické nulování získáme, jestliže je zapnuto napájení U_{CC}, vývod RST je spojen s napětím U_{CC} přes kondenzátor 10 μF a s vývodem U_{SS} přes rezistor 8,2 kΩ, doba náběhu u U_{CC} nepřekročí 1 ms a doba nastartování oscilátoru nepřekročí 10 ms. Tento obvod je na obr. 28.

Když se zapojí zdroj, proud dodávaný vývodem RST začne nabíjet kondenzátor.



Obr. 28. Obvod automatického nulování při zapnutí

Napětí na RST je rozdíl mezi napětím U_{CC} a napětím kondenzátoru a pokud se kondenzátor nabíjí, bude menší než U_{CC}. Čím větší má kondenzátor kapacitu, tím pomaleji se napětí VRST zmenšuje. VRST musí zůstat nad spodním prahem Schmittova obvodu tak dlouho, aby se nulování zcela dokončilo. Potřebný čas je roven době nastartování oscilátoru + 2 strojové cykly.

Režimy se zmenšeným příkonem

Pro některé aplikace není zanedbatelná otázka příkonu obvodů. Z těchto důvodů byly popisované obvody vybaveny schopností činnosti v režimu se zmenšeným odběrem proudu ze zdroje napájení. Tuto vlastnost mají obvody jak v provedení CHMOS, tak i v provedení HMOS. U obvodů CHMOS jsou provoz se zmenšeným příkonem a režim nečinnosti standardními vlastnostmi. Režim provozu se zmenšeným příkonem je i u obvodu HMOS, ovšem není to běžná vlastnost těchto obvodů.

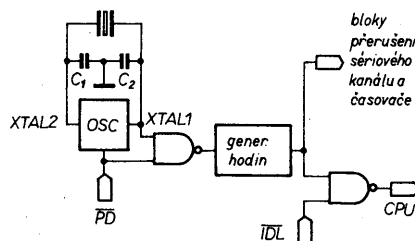
Zmenšení příkonu u verze HMOS

Tento způsob provozu umožňuje zmenšit odběr energie (ze zdroje U_{CC}) až na nulu, protože přechodně uschovaná data ve vnitřní paměti RAM jsou udržována záložním zdrojem. Záložní napájení je k obvodu připojeno přes vývod RST.

Během obvyklé činnosti odebírá paměť RAM energii z příkonu U_{CC}. Jak je však vidět na obr. 26, bude-li napětí z RST/VPD větší než napětí U_{CC}, stane se pak zdrojem napájení pro vnitřní paměť RAM. Po zjištění, že nastává porucha napájení, uživatelský systém by měl přerušit činnost procesoru prostřednictvím signálů INT0 nebo INT1, aby se podstatná data přenesla do vnitřní paměti RAM a zapojil se záložní zdroj napájení na vývodu RST/VPD ještě před zmenšením U_{CC} pod funkční velikost. Jakmile se napájení obnoví, VPD musí zůstat zapojeno ještě po takovou dobu, dokud se neprovede nulování (doba náběhu oscilátoru + 2 strojové cykly) a běžná činnost procesoru může být obnovena.

Zmenšení příkonu u verze CHMOS

U verze CHMOS jsou dva způsoby, jak zmenšit příkon ze zdroje: režim nečinnosti (Idle) a režim se zmenšeným příkonem. Vstup, přes který je během těchto činností získávána záložní energie, je U_{CC} (nikoli vývod nulování, jako u verze HMOS). Zapojení vnitřních obvodů, které tuto funkci realizují, je na obr. 29. V režimu nečinnosti (IDL=1) oscilátor stále kmitá a přerušení, sériový kanál a bloky časovače jsou i nadále časovány, hodinový signál není však hradlován do CPU. V režimu se zmenšeným příkonem (PD=1) je oscilátor v nečinnosti. Oba způsoby jsou aktivovány nastavením bitů speciálního funkčního registru PCON. Adre-



Obr. 29. Blokové schéma obvodů režimu nečinnosti a zmenšeného odběru

Obr. 30. Registr pro řízení odběru ze zdroje napájení

Nejvyšší bit		nejnižší bit			
SMOD		GF1	GF0	PD	IDL
Pozice	Symbol	Funkce			
PCON.7	SMOD	Bit dvojnásobné baudové rychlosti. Je-li nastaven, baudová rychlost je zdvojnásobena, přičemž sériový kanál je používán v režimech 1, 2 nebo 3.			
PCON.3	GF1	Příznak pro všeobecné použití			
PCON.2	GF0	Příznak pro všeobecné použití			
PCON.1	PD	Bit zmenšeného příkonu. Nastavení tohoto bitu aktivuje činnost se zmenšeným příkonem.			
PCON.0	IDL	Bit pro režim nečinnosti, nastavení bitu aktivuje činnost režimu nečinnosti.			

Jestliže jsou do PD a IDL současně zapsány „1“, PD má přednost.

Hodnota nulového registru PCON JE 0XXX0000. Pozice PCON.6, PCON.5 a PCON.4 jsou rezervovány.

sa tohoto registru je 87H, jeho obsah je na obr. 30.

Režim nečinnosti

Instrukce, která nastaví bit PCON.0 ve speciálním funkčním registru PCON, je vlastně poslední provedenou instrukcí, po níž se obvod 8051 nastaví do režimu nečinnosti. V tomto režimu jsou sice vnitřní hodinové signály dodávány do CPU, avšak jsou odpojeny od obvodů přerušení, časovačů a sériového kanálu. Stav CPU je ve své úplnosti zachován: ukazatel zásobníku, čítač programu, stavové slovo programu, akumulátor a všechny ostatní registry udržují během tohoto režimu své obsahy. Vývody kanálů si ponechávají logické stavy, které měly v době aktivace tohoto režimu. Signály PSEN a ALE zůstávají na vysoké úrovni.

Existují dva způsoby, jak se dostat z tohoto režimu nečinnosti. Aktivace některého uvolněného přerušení způsobí, že bit PCON.0 je hardwarově vynulován a tím je tento režim nečinnosti ukončen. Poté bude přerušení obslouženo příslušným podprogramem a instrukce, která následuje po instrukci RETI, bude tou instrukcí, která uvede obvod opět do režimu nečinnosti.

Příznakové bity GF0 a GF1 mohou být použity k indikaci, zda se přerušení vyskytl během normální činnosti nebo v režimu nečinnosti. Např. instrukce, která aktivuje režim nečinnosti může také nastavit jeden (nebo oba) z těchto příznakových bitů. Je-li režim nečinnosti ukončen přerušením, obsluhový podprogram tohoto přerušení si může tyto bity otestovat a zjistit, kdy se toto přerušení objevilo.

Druhým způsobem ukončení režimu nečinnosti je hardwarové nulování. Jelikož oscilátor hodinového signálu stále běží, hardwarové nulování vyžaduje být aktivní pouze po dobu 2 strojových cyklů (24 period oscilátoru), aby mohlo být dokončeno.

Režim se zmenšeným příkonem

Instrukce, která nastaví bit PCON.1 ve speciálním funkčním registru, je poslední provedenou instrukcí před přechodem obvodu do režimu se zmenšeným příkonem. V tomto režimu je vnitřní oscilátor zastaven. Z tohoto důvodu jsou zablokovány veškeré funkce a jsou pouze udržovány obsahy vnitřní paměti RAM a speciálních funkčních registrů.

Vývody kanálů jsou na úrovních, které odpovídají hodnotám příslušných speciálních funkčních registrů. Signály ALE a PSEN jsou na úrovni „0“.

Jediný možný způsob, jak ukončit tento režim je hardwarové nulování. To však předdefinuje hodnoty speciálních funkčních registrů, ale obsahy vnitřní paměti RAM zůstávají nezměněny.

Během tohoto režimu je možné pro další zmenšení příkonu zmenšit napájecí napětí U_{CC} . Měnit napájecí napětí je však třeba opatrně, aby se zajistily následující podmínky:

- napětí U_{CC} nesmí být zmenšeno dříve, než je uveden režim vyvolán,
- napětí U_{CC} musí být uvedeno zpět na správnou úroveň dříve, než je režim nečinnosti ukončen.

Potom nulování ukončuje režim se zmenšeným příkonem a uvolňuje oscilátor. Nulování by nemělo být aktivováno dříve, než je napájecí napětí uvedeno na svou původní velikost, navíc musí být aktivováno po tak dlouhou dobu, aby oscilátor znovu nastartoval a stabilizovala se jeho činnost (běžně za méně než 10 ms.)

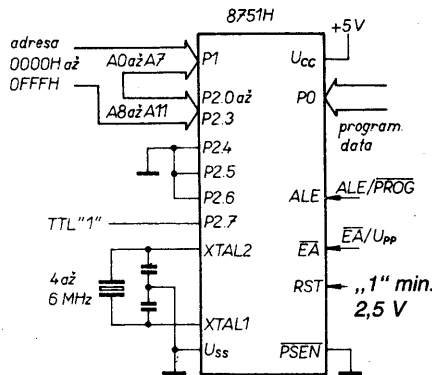
8751H

Mikropočítač 8751H je představitelem řady MCS-51 s pamětí EPROM. Znamená to, že programová paměť je umístěna na vlastním čipu, a může být elektricky naprogramována a vymazána ultrafialovým zářením. Obvod 8751H má také ochranu proti vnějšímu přístupu do programové paměti, aby se zabránilo získání obsahu této paměti (tzv. softwarové pirátství).

Programování EPROM

Abys mohl být obvod 8751 naprogramován, oscilátor musí kmitat na kmitočtu 4 až 6 MHz. Důvodem, proč oscilátor musí pracovat je to, že vnitřní sběrnice je použita k přenosu adresy a dat programu do vhodných vnitřních registrů. Adresa paměťové lokace EPROM, která má být naprogramována, je přivedena na kanál P1 a spodní polovinu kanálu P2 (bity P2.0, P2.1, P2.2 a B2.3), zatímco data jsou přivedena na kanál P0. Vývody P2.4 až P2.6 druhého kanálu a signál PSEN by měly být na nízké úrovni („0“) a vývod RST druhého kanálu a nulovací vstup RST by měly být na vysoké úrovni („1“). Všechny uvedené úrovně jsou TTL, kromě vstupu RST – nulování, který potřebuje pro úroveň log. 1 napětí pouze 2,5 V.

Vývod $\bar{E}A/U_{PP}$ je běžně na úrovni „1“ TTL, a je „pulsován“ na 21 V. Během doby po níž je vývod $\bar{E}A/U_{PP}$ na úrovni 21 V, je vývod ALE/PROG, který je běžně na úrovni log. „1“, uveden na úroveň log. 0 na dobu 50 ms.



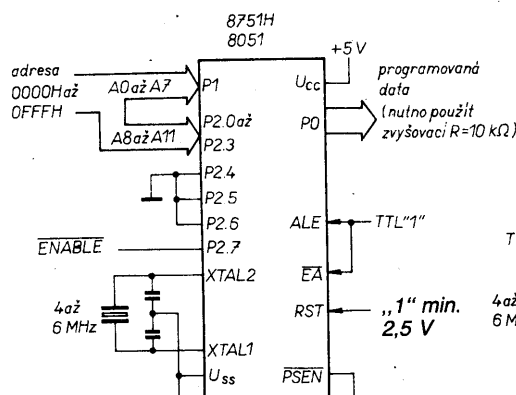
Obr. 31. Programování obvodu 8751H

Poté je vývod $\bar{E}A/U_{PP}$ uveden zpět na úroveň TTL „1“. Tyto průběhy jsou zobrazeny na obr. 31 (programování obvodu 8751H). **Poznámka:** Vývod $\bar{E}A$ nesmí být v žádném případě připojen na větší napětí než je 21,5 V, což je maximální přípustné napětí na tomto vývodu. I velmi krátké špičky nad tuto úroveň mohou obvod zničit, proto by zdroj programovacího napětí U_{PP} měl být dobře regulován a jeho výstupní napětí pečlivě vyhlazeno od rušivých špiček (tzv. glitch).

Ověření správnosti naprogramování
Jestliže nebyl naprogramován ochranný bit proti přečtení, může být obsah programové paměti přečten a zkontrolován, je-li to požadováno a to již během programování, nebo po něm. Požadované uspořádání je na obr. 32 a je téměř stejné jako programování vnitřní paměti EPROM. Výjimka je u vývodu P2.7, který je na úrovni TTL log. 0 (nebo je „pulsován“ na úroveň log. 0 jako čtecí signál). Adresa lokace programové paměti, která má být čtena, je připojena na kanál 1 a spodní čtyři bity 2. kanálu (P2.0-P2.3). Zbylé vývody druhého kanálu a vývod PSEN jsou uzemněny (úroveň log. 0). Vývod ALE, $\bar{E}A$ a RST jsou na úrovni log. 1. Obsah zjišťované paměťové lokace je čten na kanálu P0, který musí mít vnější „zvyšovací“ rezistory.

Ochrana programové paměti

Obvod 8751H obsahuje ochranný bit, který může, ale nemusí být naprogramován (nastaven). Jestliže byl nastaven, brání jakémukoli elektrickému přístupu z vnějšku do programové paměti a zjištění jejího obsahu. Uspořádání a postup při programování tohoto ochranného bitu jsou stejné jako při normálním programování, avšak bit P2.6 je na úrovni log. 1 (při běžném programování je uzemněn).



Obr. 32. Ověření naprogramování obvodu 8751H a 8051

Uspořádání pro toto programování je na obr. 33, z něhož je zřejmé, že nezáleží na úrovních kanálů P0, P1 a spodní polovině kanálu P2 (P2.0 až P2.3).

Byl-li ochranný bit jednou naprogramován, může být deaktivován pouze úplným vymazáním programové paměti. Znamená to, že je-li ochranný bit naprogramován, není možné přepsat obsah programové paměti (tedy interní), ale navíc není možné mikrokontrolér znovu programovat a také není možné provádět program z externí programové paměti. Úplné vymazání EPROM deaktivuje ochranný bit a tím také vrací obvod od původního stavu a do jeho plné funkčnosti (může být znovu naprogramován, používat vnější programovou paměť atd.).

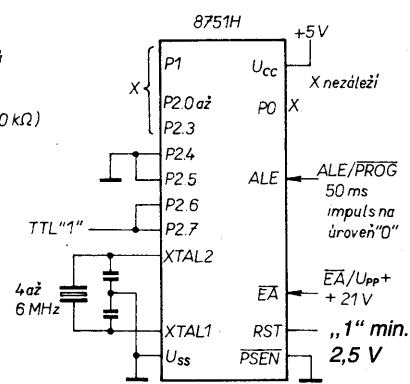
Mazací charakteristiky

Vystavíme-li obvod 8751H účinkům světla s vlnovou délkou kratší než přibližně 4000 angströmů, začne se mazat vnitřní programová paměť EPROM. Protože jak sluneční záření, tak i fluorescenční záření obsahují elektromagnetické vlny v tomto vlnovém rozsahu, vystavení obvodu těmto zdrojům záření na dobu delší než je dovoleno může způsobit nežádoucí vymazání obsahu (povolená doba je pro sluneční záření asi 1 týden, pro běžné fluorescenční záření v místnosti asi 3 roky). Jestliže je obvod 8751H v aplikaci vystaven takovému záření, doporučuje se přelepit okénko obvodu neprůhledným štítkem.

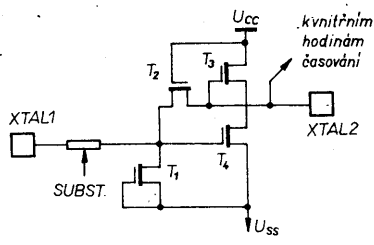
Doporučený postup pro vymazání paměti EPROM je vystavit obvod 8751H ultrafialovému záření (s vlnovou délkou 2537 angströmů) v souvislé dávce přinejmenším 15 W/cm². Postačující by mělo být mazání po dobu 20 až 30 minut ze vzdálenosti 1 palce od výbojky s výkonem 12 000 μW/cm². Mazáním se paměťové lokace paměti nastaví do samých „jedniček“.

Vnitřní obvody oscilátoru u verze HMOS

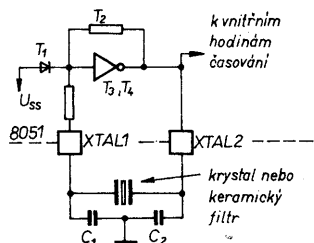
Vnitřní obvod oscilátoru obvodů řady 51 verze HMOS (tzn. HMOS I a HMOS II) tvoří jednostavový lineární invertor, určený pro řízení krystalem s pozitivní reaktancí (viz obr. 34 a 35). Při tomto použití krystal pracuje ve svém základním režimu, což je paralelní rezonance indukčnosti s kapacitou připojenou zvnějšku krystalu. Specifikace krystalu a kapacity kondenzátorů (na obr. 35 označené C₁ a C₂) nejsou kritické. S dobrým krystalem mohou být použity kondenzátory 30 pF na všech kmitočtech. V aplikacích, v nichž je podstatná i cena použitých součástek, je možné použít místo krystalu i keramický filtr. V tomto případě jsou potom kapa-



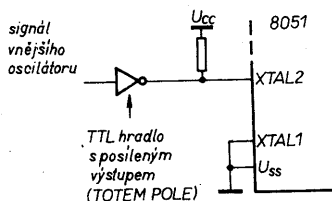
Obr. 33. Programování ochranného bitu u 8751H



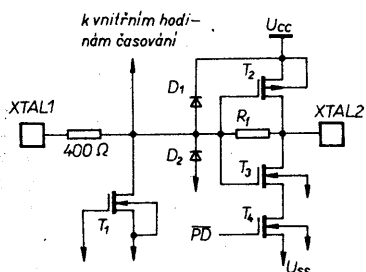
Obr. 34. Vnitřní obvody oscilátoru u verze HMOS obvodů řady 8051



Obr. 35. Použití vnitřního oscilátoru u verze HMOS



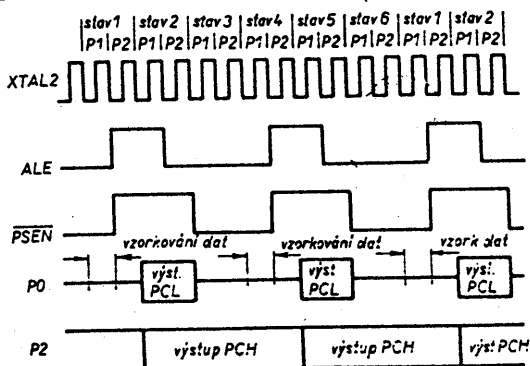
Obr. 36. Řízení obvodu hodin u verze HMOS vnějším hodinovým signálem



Obr. 37. Vnitřní obvody oscilátoru u verze CHMOS obvodů řady 8051

city kondenzátorů o něco větší, typicky bývají 47 pF.

Obvody 8051 ve verzi HMOS je také možné řídit vnějšími hodinami, jak je vidět na obr. 36. Vývod XTAL1 je nutno uzemnit a na vývod XTAL2 je připojen externí hodinový signál. Z důvodů zvětšení šumové imunity je



Obr. 40. Průběh cyklu načítání z vnější paměti programu

možno používat také zvyšovací rezistor, který je však volitelný za předpokladu, že výstupní napětí připojeného hradla je větší než specifikované napětí VIHMIN vývodu XTAL2.

Vnitřní obvody oscilátoru u verze CHMOS

Vnitřní obvod oscilátoru pro obvod 80C51, který je na obr. 37, se skládá z jednostavového lineárního invertoru, který je také řízen krystalem s pozitivní reaktancí jako u obvodů HMOS, avšak jsou tu některé podstatné rozdíly oproti verzi HMOS.

První důležitý rozdíl je v tom, že u obvodů 80C51 je možné obvod oscilátoru vypnout softwarově (zápisem „1“ do bitu PD v registru PCON). Druhý rozdíl je ten, že obvod 80C51 má vnitřní časovací obvody řízeny signálem XTAL1, zatímco u verze HMOS byly řízeny signálem XTAL2 (viz oba obrázky).

Zpětnovazební odpor R_f (viz obr. 37) se skládá ze dvou paralelně spojených tranzistorů (nFET a pFET), které jsou ovládány právě bitem PD (je-li PD = 1, odpor je jakoby zkratován). Diody D_1 a D_2 , které jsou připojeny na napájení U_{CC} a zem U_{SS} , jsou vlastně pro R_f parazitní.

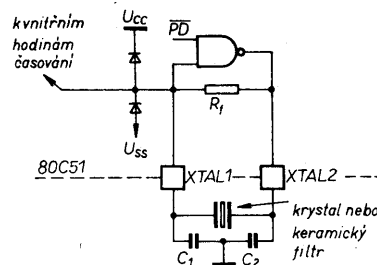
Pro řízení obvodu CHMOS vnějšími hodinami je nutné ponechat vývod XTAL2 nezapojený (plovoucí, ve vzduchu) a externí hodiny připojit na vývod XTAL1 – viz obr. 39 (je to rozdíl oproti verzi HMOS). Důvodem je to, co již bylo uvedeno dříve. U verze HMOS je vnitřní časování řízeno signálem XTAL2, zatímco u obvodů CHMOS jsou vnitřní hodiny řízeny signálem XTAL1.

Vnitřní časování

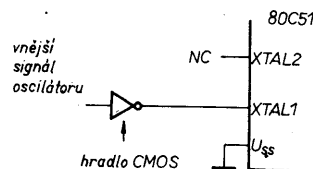
Obr. 40 a 43 naznačují, jak jsou vnitřně časovány různé strobovací signály. Nejsou vyznačeny doby náběhu a sestupu těchto signálů a ani zpoždění mezi signálem XTAL2 a signály na jiných vývodech.

Doby náběhu a sestupu jsou totiž závislé na zátěži, která je připojena na vývod a kterou vývod musí řídit. Obvykle bývají tyto doby asi 10 ms (měřeno mezi úrovněmi 0,8 a 2 V).

Propagační zpoždění jsou různá pro různé vývody. Pro daný vývod kolísají se zátěží vývodu, teplotou, napájením a sériovou výrobou. Vezmeme-li signál XTAL2 jako časovou referenci, vztažená zpoždění mohou kolísat v rozmezí 25 až 125 ms. Část dynamického časování v katalogovém listu tohoto obvodu se nevztahuje k časovacímu signálu XTAL2. Jsou zde spíše uvedeny kritické hodnoty časů mezi řídicími vstupními signály



Obr. 38. Použití vnitřního oscilátoru u verze CHMOS



Obr. 39. Řízení obvodu hodin u verze CHMOS vnějším hodinovým signálem

vzájemně. Doby zde uvedené v sobě zahrnují i vliv propagačních zpoždění za daných testovacích podmínek.

MCS-51, popis vývodů

U_{CC} – napájecí napětí

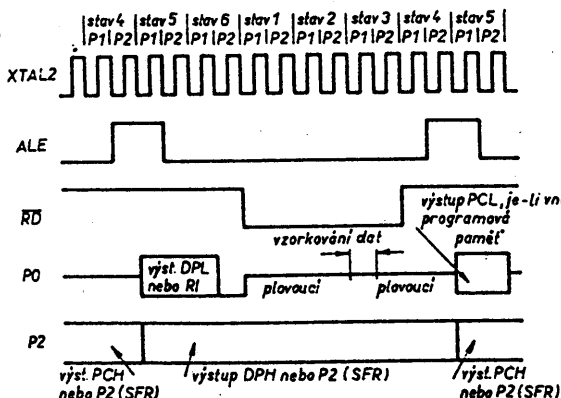
U_{SS} – zemnicí vývod

Kanál 0: Tento kanál je 8bitový obousměrný kanál V/V s otevřenými kolektory (open drain), který může být zatížen až 8 zátěžemi TTL LS. Jestliže jsou na tento kanál zapsány jedničky („1“), vývody tzv. „plavou“ a pracují jako vstupy s velkou impedancí.

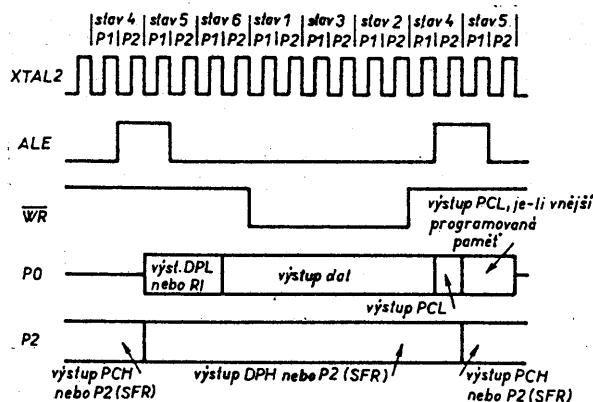
Během přístupu do vnější paměti jsou na tomto kanálu multiplexovány dolní část adresy a data. Jestliže vystupují na kanálu „1“, jsou v tomto případě využívány velké vnitřní zvyšovací rezistory.

Na tomto kanálu se objevují též byty kódu během ověřování při programování (při tom jsou nutné vnější zvyšovací rezistory).

Kanál 1: Tento kanál je obousměrný 8bitový kanál V/V s vnitřními zvyšovacími rezistory. Výstupní buffery tohoto kanálu mohou být zatíženy 4 zátěžemi TTL LS. Jestliže jsou na kanálu zapsány „1“, úroveň vývodů je vnitřními zvyšovacími rezistory „táhána“ na „H“, a v tomto stavu může být kanál použit jako vstupní. Jestliže vývody kanálu 1 jsou použity jako vstupní a jsou přitom z vnějšku uzemněny, protéká zvyšovacími rezistory do vnějšího zdroje proud (tzv. source current).



Obr. 41. Průběh cyklu čtení z vnější paměti dat



Obr. 42. Průběh cyklu zápisu do vnější paměti dat

(U obvodu 8052 slouží vývody kanálů P1.0 a P1.1 současně dalším funkcím T2 a T2EX. T2 je externí vstup pro druhý časovač, T2EX je vstup, přes který je zachytný registr 2. časovače spouštěn (triggered). **Kanál 2:** Tento kanál je obousměrný 8bitový kanál V/V s vnitřními zvyšovacími rezistory. Výstupní buffery tohoto kanálu mohou být zatíženy 4 zátěžemi TTL LS. Během přístupu do externí paměti (jak dat, tak programu), který využívá 16bitové adresy, vydává kanál dva horní byte adresy. Jsou-li vydávány „1“, využívá přitom velkých vnitřních zvyšovacích rezistorů. Přes tento kanál 2 též vchází do obvodů řídicí bity a horní byte adresy při programování a zpětném ověřování (8751 H) a při ověřování u obvodů 8051AH.

Kanál 3: Jedná se o 8bitový kanál V/V s vnitřními zvyšovacími rezistory. Slouží též jako vývody pro různé speciální funkce:

- P3.0 RxD vstup sériového kanálu
- P3.1 TxD výstup sériového kanálu
- P3.2 INT0 vnější přerušení 0
- P3.3 INT1 vnější přerušení 1
- P3.4 T0 externí vstup časovače 0
- P3.5 T1 externí vstup časovače 1
- P3.6 WR zapisovací signál do externí datové paměti
- P3.7 RD čtecí signál z externí datové paměti

Výstupní buffery tohoto kanálu mohou být zatíženy až 4 zátěžemi TTL LS.

RST: Nulovací vstup. Vysoká úroveň (log. 1) na tomto vstupu po dobu nejméně 2 strojních cyklů, kdy oscilátor běží, nuluje mikropočítač.

ALE/PROG: Výstupní signál pro zachycení spodního byte adresy během přístupu do externí paměti (Address Latch Enable). Tento signál má konstantní hodinový kmitočet a to 1/6 kmitočtu oscilátoru, je určen pro externí časování a jiné časovací účely, i když se nejedná o přístup do vnější paměti.

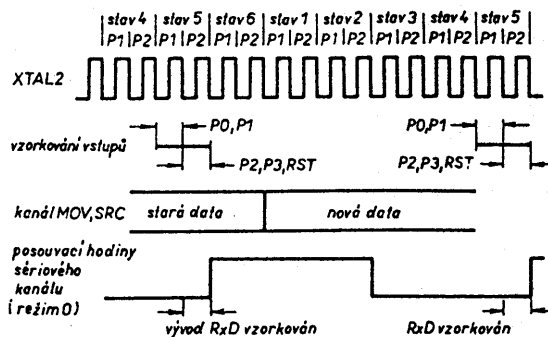
Pozn.: Jeden impuls ALE je přeskočen – vynechán během každého přístupu do vnější datové paměti).

PSEN: Tento signál je vlastně čtecí strobovací signál pro vnější programovou paměť. Jestliže provádí mikropočítač instrukce z vnější programové paměti, tento signál je aktivován 2× během každého strojového cyklu (kromě toho, kdy je PSEN potlačen během přístupu do vnější datové paměti). Není aktivován, provádí-li mikropočítač pro-

gram (instrukce) z vnitřní programové paměti.

EA/U_{PP}: Mikropočítač provádí instrukce z vnější programové paměti, pokud je tento vývod připojen na úroveň log. 0, a to bez ohledu na obsah programového čítače. Je-li však vývod EA/U_{PP} na úrovni log. 1, mikropočítač provádí instrukce z vnitřní programové paměti (ovšem za podmínky, že obsah programového čítače napřesáhne 0FFFH u obvodů 8051AH nebo 1FFFH u obvodů 8052).

U obvodů 8031 a 8032 musí být tento vývod uzemněn. Během programování EP-ROM obvodů 8751H jsou tímto vývodem



Obr. 43. Průběh činnosti kanálu

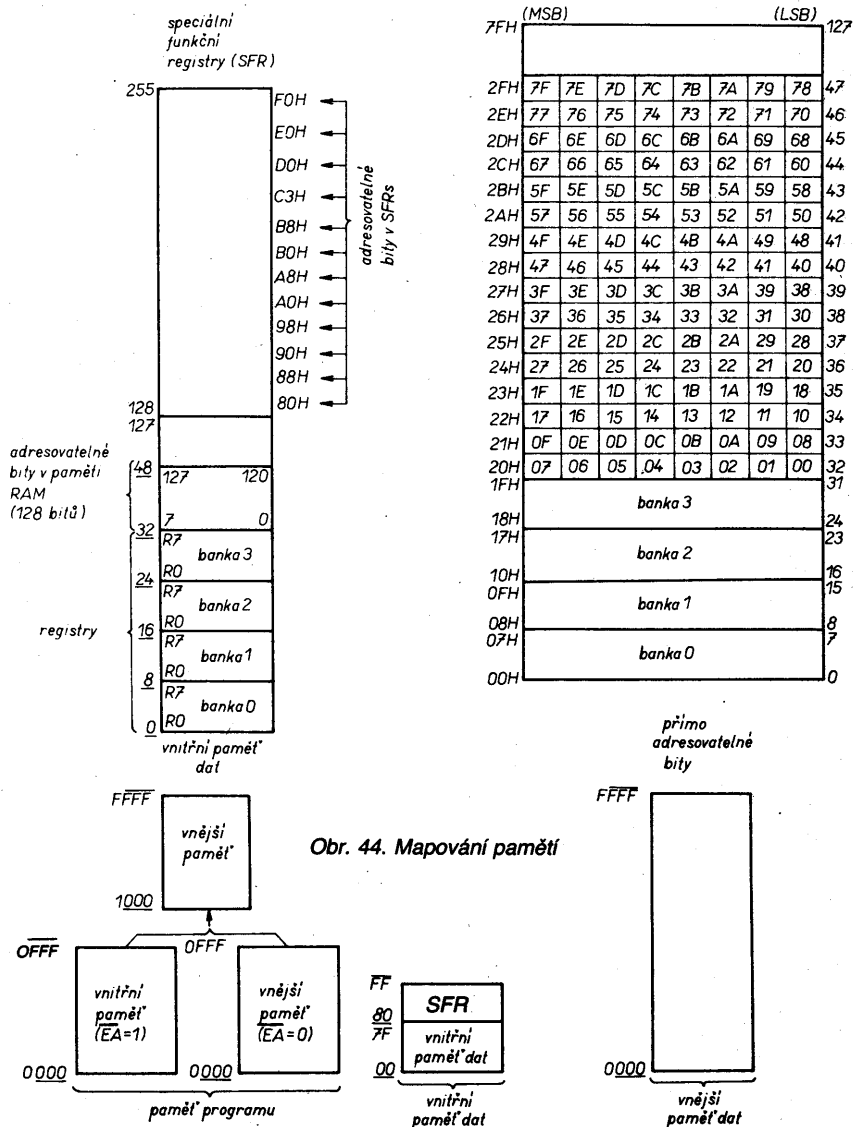
dodávány programovací impulsy 21 V (U_{PP}). **XTAL1:** Vstup invertujícího zesilovače oscilátoru.

XTAL2: Výstup invertujícího zesilovače oscilátoru.

Organizace paměti, způsoby adresování a booleovský procesor

Paměť programu

Vnitřní a vnější paměť programu mají rozsah 64 Kb. Je-li vývod EA na úrovni log. 1, pak mikropočítač provádí instrukce z vnitřní paměti, ovšem pokud současně adresa instrukce nepřekročí 0FFFH. Místa 1000 až



Obr. 44. Mapování paměti

Component	Hodiny [MHz]	ROM [Kbyte]	RAM [byte]	Porty V/V (8bit)	Vstupy ADC (8bit)	Čas/čít. (16bit)	Časovač	Přerušení (zdroje/úroveň)	Sériové V/V	PWM	Pouzdří
SAB8051 SAB8031*	12,16	4	128	4	–	2	–	5/2	USART	–	DIP-40 PL-CC-44
SAB8052 SAB8032*	12,16 20	8	256	4	–	3	–	6/2	USART	–	DIP-40 PL-CC-44
SAB80C52 SAB80C32*	12,16	8	256	4	–	3	–	6/2	USART	–	DIP-40 PL-CC-44
SAB80512 SAB80532*	12	4	128	6(V/V) +1(I)	8	2	–	6/2	USART	–	PL-CC-68
SAB80513 SAB8352-5	12,16	16 32	256	4	–	3	–	6/2	USART	–	DIP-40 PL-CC-44
SAB80515 SAB83515-4 SAB80535*	12	8 16	256	6	8	3	1	12/4	USART	4	PL-CC-68
SAB80C515 SAB80C535*	12,16	8	256	6(V/V) +1(I)	8	3	1	12/4	USART	4	PL-CC-68
SAB80C517 SAB80C537*	12	8	256	7(V/V) +1 1/2 (I)	12	4	2	14/4	USART +UART	21	PL-CC-84 P-QFP-100

OFFFH jsou pak vyvolávána z vnější paměti. Je-li naopak na vývodu \overline{EA} log. 0, mikropočítač 8051 vyvolává všechny instrukce ve vnější paměti programu.

Místa 00H až 42H v paměti programu jsou vyhrazena pro obsluhu programů přerušeni, jejichž přehled je uveden v tabulce.

Tab. 31. Zdroje přerušeni a příslušné adresy

Zdroj	Adresa
Vnější přerušeni 0	0003H
Přepínání časovače 0	000BH
Vnější přerušeni 1	0013H
Přepínání časovače 1	001BH
Sériový kanál	0023H

Paměť dat

Paměť dat obsahuje vnitřní a vnější paměť. Vnější paměť je přístupná, je-li vykonávána instrukce MOVX.

Vnitřní paměť dat je rozdělena na dvě části:

128 bitů paměti RAM a 128 bitů pro speciální funkční registry SFR. Na obr. 44 je ukázáno mapování paměti.

Čtyři banky registrů (každá obsahuje 8 registrů) jsou umístěny na adresách 0 až 31. Pouze jedna banka registru může být přístupná (výběr bank určuje registr PSW – viz přehled registrů). Další 16 bitů, adresy 32 až 47, obsahují 128 bitové adresovatelných míst. V oblasti SFR jsou také bitové adresovatelná místa.

Způsoby adresování

Mikropočítač 8051 používá 5 způsobů adresování. Jsou to:

Adresování pomocí registrů

K adresování je možné použít 8 pracovních registrů R0 až R7 z vybrané banky registrů. Tři nejnižší platné bity operačního

kódu instrukce označují, který registr bude vybrán. ACC, B, DPTR a CY mohou být také adresovány jako registry.

Přímé adresování (Direct addressing)

Tímto způsobem můžeme adresovat pouze speciální funkční registry. Spodních 128 bitů vnitřní paměti RAM je také přímo adresovatelných.

Nepřímé adresování pomocí registrů (Indirect addressing)

V tomto způsobu se obsah registrů R0 nebo R1 používá jako ukazatel místa v bloku 256 byte: spodních 128 byte vnitřní paměti RAM nebo spodních 256 byte vnější paměti dat. SFR nejsou přístupné tímto adresováním. Přístup do plných 64 Kb vnější paměti dat je doplněn použitím 16bitového ukazatele dat.

Provádění instrukce PUSH a POP také používá tento způsob adresování. Ukazatel zásobníku může být umístěn kdekoli ve vnitřní paměti RAM.

Bezprostřední adresování (Immediate addressing)

Tento způsob dovoluje, aby se konstanty (data) staly částí operačního kódu instrukce v paměti programu.

Nepřímé adresování s bazovým a indexovým registrem

Toto adresování zjednodušuje prohlížení tabulek pevně umístěných v paměti programu. Takto lze pracovat v tabulce s bytem, jehož adresa je dána součtem obsahu obou registrů DPTR nebo PC a A.

Booleovský procesor

Booleovský procesor je integrovaný bitový procesor uvnitř mikropočítače 8051. Má vlastní soubor instrukcí, akumulátor (příznak přenosu – carry flag) a bitové adresovatelnou paměť RAM a V/V.

Instrukce, které manipulují s bity, umožňují nastavení, nulování, doplněk bitu, skok, je-li nastaven; skok, není-li nastaven; skok, je-li nastaven a pak vymazán a přesuny z/do návěští přenosu. Adresovatelné bity nebo jejich doplňky mohou být logicky sčítány a násobeny s obsahem návěští přenosu (C). Výsledek je pak v registru příznaku přenosu.

K AR B2/92 – Jednočipové mikropočítače

Protože autor dodal autorské korektury až po vyjítí čísla, opravujeme alespoň dodatečně chyby, které jsou v první části článku:

str. 71, třetí řádek úvodu, místo procesorů má být procesů,

str. 71, do 3. generace mikrokontrolérů (vlevo dole) patří i typy 80C196 a B7C196,

str. 72, tab. 2, 2. řádek, adresa registru B má být správně 0F0H, u TCON nemá být hvězdička,

str. 72, obr. 2 v odstavci AC v třetím řádku má být ... nebo odčítání k indikaci přenosu ... v odstavci F0 má být slovo „testován“ v závorce,

str. 72, odstavec Časování CPU, 2 řádek, má být S1 až S6, dále ve 14 řádce zdola má být místo X2 správně XTAL2.

str. 73, levý sloupec, 16. řádek zdola má být ... registry P0 až P3), ..., v obr. 5 je R zvyšovací rezistor,

str. 74, prostřední sloupec, 3. odstavec začíná správně „Ve verzi CHMOS se zvyšovací „odpor“ skládá ze tří tranzistorů FE

s kanálem p. Dále dva řádky před titulem Zatížení kanálu má být správně ... tehdy, když na vývodu byla ...

str. 75, v druhém odstavci za titulem má být mezi MOVX a DPTR a mezi MOVX a Ri ještě znak @, stejný znak má být i mezi MOVX a Ri na začátku 5. odstavce (místo a), ve třetím odstavci je třeba škrtnout celou větu v závorce (je to v průběhu ...),

str. 76, obr. 8, v řádce C/T = 1 činnost „čítače“ doplnit mezi vstup a vývod písmeno z (vstup z vývodu), v obr. 11 je za oscilátorem dělička 12, v pravém sloupci, 11. řádek shora má být správně 0:C/T,

str. 76, obr. 8, v řádce C/T = 1 činnost „čítač“ v prvním sloupci 1, ve druhém X a ve třetím 1,

str. 77, obr. 13, v odstavci T2CON.7 má být v posledním řádku RCLK = 1 nebo TCLK = 1, v posledním odstavci obrázku má být dvakrát místo EKEN správně EXEN,

v prostředním odstavci nahoře (3. řádek shora) nemá být za „bitu“ tečka a mezebra (jde o bit EXF2), v obr. 14 a 15 má být místo TZEX správně

né T2EX, v obr. 15 má být za oscilátorem nikoli dělička 12, ale 2,

str. 78, obr. 16 má být na třetím sloupci tabulky postupně 1 0 2, nikoli 1 0 1, v tabulce 6 u režimu 2,4 k má být přednastavení správně F4H (nikoli FAH), v obr. 17 by bylo vhodnější místo detektor přechodu „detektor změny“, místo přednastavení „nové naplnění“ a v nápisu přerušeni časovače je třeba doplnit „od“ (přerušeni od časovače 2),

str. 79, pod nadpisem REŽIM 1 má být v označení TXD a RXD malé x (TxD, RxD),

za chyby se redakce i autor omlouvají. V dokončení článku v tomto čísle se chyby již nevyskytují.

V příštím čísle

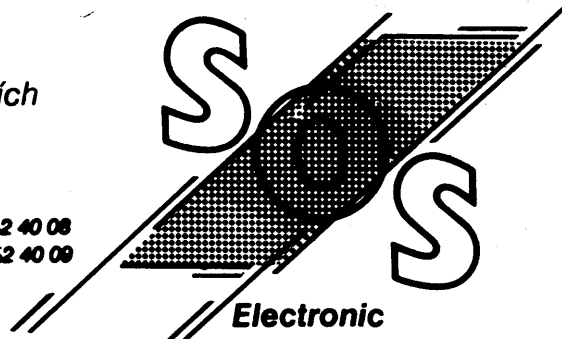
Rádiové kmitočtové spektrum a jeho ochrana

VELKOOBCHOD SE SOUČÁSTKAMI PRO ELEKTRONIKU

Vám nabízí široký sortiment
součástek a konstrukčních prvků předních
světových výrobců.

Přijďte, pište, objednávejte, telefonujte.
S.O.S. Electronic spol. s r.o., Loosova 1c, 638 00 Brno, ☎ 05 - 52 40 08
fax 05 - 52 40 09

• Pryč se zastaralými konstrukcemi •



PŘÍLOHY AR V ROCE 1992

Jako každoročně vyjdou i letos dvě přílohy AR – konstrukční příloha ELECTUS II a Malý katalog polovodičových součástek (KATALOG). Stejně jako v loňském roce si obě přílohy můžete objednat (vzhledem k nedostatkům v distribuci) na adrese

Vydavatelství MAGNET-PRESS,
odd. administrace
Vladislavova 26
113 66 Praha 1

Přílohu ELECTUS II je třeba objednat do 15. srpna (vyjde v září), přílohu KATALOG do 15. října (vyjde v listopadu). Přílohy mají 64 stran, stojí 15,- Kčs + poštovné (4,30 Kčs). Ideální je objednat obě přílohy současně do 15. srpna. Objednávky došlé po termínu nebude možné vyřizovat (omezený náklad).

Adresu na objednávce pište čitelně hůlkovým písmem – nepoměňte na směrovací číslo pošty.

 Apple Computer

SE PŘEDSTAVUJE

(Dokončení ze str. 82)

základní činnosti vytvořil TIS síť třidvaceti autorizovaných dealerů na šestatřiceti místech republiky a sedmi autorizovaných vývojářů programového vybavení. Bylo zřízeno vzdělávací středisko v centru Prahy, 4. března byla na Vysoké škole ekonomické v Praze slavnostně otevřena nová učebna, pro kterou firma TIS darovala dvacet počítačů Macintosh LC. Jedná se o zatím největší instalaci těchto počítačů v Československu.

Kontaktní adresy: TIS a.s., Apple Computer IMC, Evropská 94, 160 00 Praha 6 (tel. 311 92 83-8) a Computer Help, autorizované školicí středisko, Karoliny Světlé 4, 110 00 Praha 1 (tel. 235 75 43).

INZERCE



Inzerce přijímá osobně a poštou Vydavatelství Magnet-Press, inzerční oddělení (inzerce ARB), Jungmannova 24, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51-9 linka 342, fax 23 62 439 nebo 23 53 271. Uzávěrka tohoto čísla byla 1. 4. 1992, do kdy jsme museli obdržet úhradu za inzerát. Cena za první řádek činí 44 Kčs a za každý další (i započatý) 22 Kčs. Platba za plošnou inzerce se řídí velikostí inzerátu. Za 1 cm² plochy je cena stanovena na 18 Kčs. Nejmenší velikost plošného inzerátu je 55 × 40 mm. Text pište čitelně, aby se předešlo chybám vznikajícím z nečitelnosti předlohy.

PRODEJ

Magnetický polarizér vč. feedhornu vhodný pro kruh. i offset parabolu, cca 70 mA/90°/asi 4 V (485). J. Starosta, Stínadla 1064, 584 01 Ledec n. Sáz. Možno i tel. 0452 26 18 po 16 hod.

OFWY6901 (290), SL1452 (580), TDA5660P (170), sat. kon. Maspro – jap. $F = 1,3$ dBmax (1950), BFR90, 91 (28). F. Krunt, Řepová 554, 196 00 Praha 9, tel. 68 70 870.

LS, ALS, S, TTL, CMOS atd. až za 1/4 cen KTE. Dig. multim. DMM 2003, stav. ADM 2001 (580, 160). Moduly nf. zes. 3 W, 15 W, 2 × 5 W (55, 90, 90). Dekády 9 – 9M: Hybrid (55), složené z R – 0,25 % (35). Dále přístroje, moduly, souč. Seznam zdarma. M. Novák, B. Četny 5, 705 00 Ostrava 5.

Dram 4164 (30), 41256-12 (39), 4464 (50), 511000-10 (160) a 514256-80 (180). V. Holman, VŠK Blanice, Chemická 955, 148 00 Praha 4, tel. 02/87 43 579 – vzkaz.

Prodám schéma satelitního MULTIDEKODÉRU pro programy TELECLUB, FC-TV, RTL-4, FILM-NET 24, který obsahuje pouze 5 int. obvodů v ceně 990 Kčs. Dekodér je díky rychlému mikroprocesoru a jednoduchému hardware velice odolný proti změnám kódu a dá se jednoduše doplnit dalšími programy. Má malé rozměry (100 × 80 mm), jednoduché napájení 12 V. Dekodér pracuje plně automa-

ticky. Kvalita obrazu na všech programech je výborná. Schéma pošlu na dobírku za 290 Kčs. Mikroprocesor i plošný spoj mohu zajistit. Program do mikroprocesoru nahraji za 1000 Kčs. Nabízím také dekodér hotový v profi krabici s vývody CYNCH se zárukou 1 rok za 1900 Kčs. Objednávky zasílejte na koresp. lístku na adresu: TFD-SAT, Bulharská 37, 612 00 Brno.

KOUPĚ

Kryt na obrazovku B7S4 (401). Cenu respektuji. J. Novotný, Zahr. odboje 919, 674 01 Třebíč.

RŮZNÉ

LHOTSKÝ – E. A., elektrikar, nabízí vybrané druhy součástek za výhodné ceny. Nabídkový seznam i s cenami na požádání zdarma zašleme. P. O. Box 40, 432 01 Kadaň 1.

SERVISNÍ DIGITÁLNÍ MULTIMETR BY 1933A

U_{ac} 0-200mV-1000V; U_{ac} 0-200mV-750V; R 0-200Ω-20MΩ; I_{ac}, I_{dc} 0-200μA-20A; tranz. test; zkoušeč vodivosti; cena 790 Kčs+poštovné; záruka 6 měs.; dobírkou dodává:

COMEFF

P. O. BOX. 102, Mašovická 154, 144 00 Praha 4